Dans la série
Les impasses de la biologie moderne

Andréas Sniadecki

Stephen Jay Gould, l’évolution sans histoire

novembre 2015

Stephen Jay Gould

L’évolution de la vie sur terre

La vie n’a évoluée ni régulièrement ni de façon prévisible.
L’évolution a résulté d’une succession d’événements fortuits.

Dossier *Pour la science* n°11, “le hasard”, avril 1996.

Jean-Claude Oliva

Entretien avec Stephen Jay Gould

Regards, 1er octobre 1997

Olivier Postel-Vinay

Il n’y a pas de sens de l’évolution

La Recherche n°301, septembre 1997

Textes disponibles sur le blog :

Et vous n’avez encore rien vu…

Critique de la science et du scientisme ordinaire

<http://sniadecki.wordpress.com/tag/andreas-sniadecki/>

Stephen Jay Gould, l’évolution sans histoire

« Quand on veut noyer son chien, on dit qu’il a la rage. »
Proverbe

Comment faire pour discréditer une idée ? Il suffit de la caricaturer, d’en donner une image grossière et inconsistante, de l’entourer de la plus extrême confusion, pour ensuite la démolir à l’aide de toutes sortes d’arguments qui en montrent le caractère simpliste, incohérent et ridicule.

On lit parfois et l’on entend dire souvent que Stephen Jay Gould (1941-2002), avec son ouvrage *L’éventail du vivant, le mythe du progrès* (1996), aurait « démontré » que l’évolution n’est pas dirigée par une tendance vers le « progrès » ou qu’il aurait « prouvé » qu’il n’existe pas de tendance à la complexification des êtres vivants au cours de l’évolution.

Petit détail qu’oublient au passage ceux qui soutiennent ces affirmations : il est logiquement impossible de prouver qu’un phénomène ou qu’une chose *n’existe pas*… En logique, en mathématiques et en science, il est uniquement possible de prouver que des objets existent, que les phénomènes suivent telle ou telle loi. Tout au plus, à partir de la connaissance de ce qui est possible, peut-on estimer qu’un phénomène où une chose ont une existence plus ou moins probable.

Quoiqu’il en soit de ce point d’épistémologie élémentaire, la lecture de ses livres et articles [1] fait comprendre que rien n’est plus faux : Gould n’a rien « démontré » ni « prouvé » en la matière ; comme à son habitude, il n’a fait que marteler (*drill* en anglais), en les enrobant dans beaucoup de verbiage sans rapport avec le problème, les quelques idées qui lui tiennent lieu de pensée sur le sujet.

Cela, nous allons véritablement le démontrer et positivement le prouver.

---

[1] Outre *L’éventail du vivant*, trad. fr. éd. du Seuil, coll. Science ouverte, 1997, sur le même sujet, en plus synthétique, il y a l’article “L’évolution de la vie sur terre”, 1994 ; trad. fr. *Dossier Pour la science* n°11, “Le hasard”, avril 1996 ; reproduit en annexe et noté ci après [PLS, 1994]. Ce thème est repris également dans *La structure de la théorie de l’évolution*, 2002 ; trad. fr. éd. Gallimard, coll. NRF essais, 2006 (env. 2000 p.).

Entretenir la confusion

Nulle part, Gould ne prend la peine de définir précisément ce qu'il entend par « complexité » ou par « progrès » ni ne s'attarde à préciser quelle théorie ou corpus d'idées il compte réfuter. Tout au plus trouve-t-on dans *L'éventail du vivant* quelques références à des auteurs, mais qui sont plus de l'ordre de l'allusion en passant à un ensemble d'idées vagues.

N'ayant ainsi définit ni son objet ni les relations qu'il entretient avec l'histoire des idées en biologie de l'évolution – ce qui, pour quelqu'un que l'on présente comme un biologiste et un historien des sciences, ne lasse pas de surprendre –, Gould va pouvoir, à partir de ce flou délibérément entretenu, se permettre de convoquer tous les arguments qu'il lui plaît.

Lorsqu'on lui en fait la remarque, voici ce qu'il répond :

> *Vous soutenez qu'il n'y a pas de tendance générale dans l'histoire de la vie vers plus de complexité. Mais vous ne donnez pas de définition de la complexité…*
>
> S. J. G. : Une étude scientifique nécessite une définition précise qui peut donner lieu à des mesures. Pour la complexité, il y a plusieurs définitions : le nombre de parties différentes, l'intégration des parties, la complexité de forme de chaque partie. Au travers de ces définitions un peu différentes, nous avons en tête la même idée : il y a des choses simples qui n'ont pas beaucoup de parties et on va vers des choses plus complexes… Notre objectif, pour étudier ce sujet de façon scientifique, c'est de préciser ce que l'on veut dire par complexité.
>
> Vous semblez considérer qu'on ne peut pas résoudre ce problème de plus ou moins de complexité d'une façon générale, et vous prenez appui sur des exemples locaux mais peut-on en tirer des conclusions générales ?
>
> S. J. G. : J'utilise les concepts qui existent dans la littérature scientifique et des études quantitatives, encore peu nombreuses, à ce sujet. J'ai discuté, par exemple, les travaux de Dan McShea sur la complexité à travers les temps géologiques des mammifères et aussi de Boyajian sur les ammonites et, dans les deux cas, il n'y a pas de tendance générale vers la complexité. Chacune de ces études fait appel à une définition de la complexité. Mais le problème est réel : il n'y a pas une définition que tout le monde accepte.
>
> *Entretien avec Stephen Jay Gould* par Jean-Claude Oliva
> *Regards* du 1er octobre 1997.

On admirera l'art de l'esquive que déploie ici notre distrayant évolutionniste. Il faudrait « préciser ce que l'on veut dire par complexité », alors que c'est précisément ce que l'on reproche à Gould de ne pas avoir fait ! Il n'y a pas de définition « que tout le monde accepte », mais les conclusions de Gould sur ce sujet sont définitives…

Votre démonstration de l'absence d'une tendance générale vers plus de complexité laisse complètement ouverte la question de savoir pourquoi certains êtres vivants ont évolué vers plus de complexité.

S.J.G. : C'est une question différente, que je ne traite pas. Je ne me sens pas expert en la matière. Ce n'est pas un sujet que je comprends très bien. Mais bien sûr il doit exister un mécanisme par lequel a émergé par exemple la multicellularité, et ainsi de suite. Mon propos est de déterminer si de tels mécanismes s'inscrivent ou non dans une directionnalité, s'ils répondent à une nécessité – et la réponse est non.

Il n'y a pas de sens de l'évolution propos recueillis par Olivier Postel-Vinay
La Recherche n°301, septembre 1997.

Gould ne comprend rien à son sujet, mais cela ne l'empêche nullement d'être affirmatif et catégorique… Comment peut-on préjuger avec autant d'assurance des caractéristiques de mécanismes dont ont avoue tout ignorer ? Voilà bien qui est proprement fantastique !

Habituellement, on ne s'attaque à l'erreur que pour mieux essayer de dégager certaines vérités qu'elle masquait ou travestissait pour les besoins d'une cause étrangère à la connaissance exacte. On le voit, le discours de Gould n'a ici aucun *but positif* : il ne cherche pas à comprendre et préciser ce qu'est cette complexité, son accroissement, comment et pourquoi celui-ci se réalise, sa signification dans l'évolution du vivant et moins encore à faire une critique des interprétations erronées auxquelles tout cela a donné lieu.

Le phénomène ne l'intéresse pas, il ne cherche pas à découvrir quelque chose de neuf à l'aide d'une analyse critique. On en vient donc à la conclusion que son but est uniquement de démolir une idée à seule fin de glorifier la théorie darwinienne de l'évolution, qui occupe tout l'horizon de sa pensée, au point, littéralement, de le boucher, c'est-à-dire de l'empêcher d'imaginer d'autres explications.

Ne pas sortir du cadre

Gould à beau rappeler cet avertissement de Darwin dans *L'Origine des espèces* : « *Je suis convaincu que la sélection naturelle a été le mécanisme principal de l'évolution, mais pas le seul* » [PLS, 1994], c'est là une simple figure de rhétorique, une concession purement verbale qui ne l'engage à rien.

En effet, celui que l'on présente volontiers comme quelqu'un qui « *ne respecte décidément aucune idée reçue* » (quatrième de couverture de *L'éventail du vivant*), dès qu'il s'agit de discuter un phénomène

inexplicable pour la théorie darwinienne, ne voudra absolument pas sortir du « cadre de la sélection naturelle », le seul mécanisme de l'évolution qu'il veuille reconnaître.

Gould écrit donc un ouvrage de 300 pages pour nous convaincre qu'il n'y a pas de « progrès » dans l'évolution. Mais ce distrayant personnage avoue lui-même que sa "démonstration" tient en quelques pages (le chapitre 14 de *L'éventail du vivant*, soit 60 pages). Voire en quelques lignes : partant de l'origine de la vie, la multiplication des espèces ne pouvait que donner des formes plus complexes ; cet accroissement de complexité est du à la *multiplication* des êtres vivant et aux *variations* qu'ils subissent nécessairement au cours de leur reproduction ; c'est donc un phénomène purement fortuit.

> « Ainsi, l'aile droite de la distribution [les organismes de plus en plus complexes] ne pouvaient que se développer dans la direction opposée au mur de gauche [l'origine de la vie]. Mais cette expansion – abusivement perçue comme l'indice d'un progrès – n'est qu'**un épiphénomène**, **une conséquence marginale** des deux influences mentionnées à l'instant, et ne résulte pas d'une poussée fondamentale dictée par la supériorité des formes complexes **dans le cadre de la sélection naturelle**. [...] Le fameux progrès dans l'histoire de la vie est ainsi *un mouvement aléatoire éloignant les organismes de leurs minuscules ancêtres, et non une impulsion unidirectionnelle vers une complexité fondamentalement avantageuse.* »

L'éventail du vivant, p. 213 ; souligné en italique par l'auteur
et souligné en gras par nous.

Il ne craint pas de se répéter :

> « Certes, l'aile droite existe, mais elle n'est qu'un petit appendice qui ne peut prétendre mener l'aventure de la vie. Elle est une conséquence fortuite d'une tendance passive engendrée par la présence d'un mur de gauche près de l'origine de la vie, et non par une cause qui favorisa l'accroissement de la complexité – perçu comme un avantage – ou par une poussée qui serait le moteur de l'évolution. »

L'éventail du vivant, p. 263.

> « nous sommes les glorieux accidents d'un processus imprédictible ne témoignant d'aucune tendance à une plus grande complexité, et non le résultat prévisible de principes évolutifs destinés à produire une créature capable de comprendre les mécanismes de sa propre création. »

L'éventail du vivant, p.266.

A l'appui de ces "arguments", martelés et répétés sur tous les tons, Gould fait valoir que les bactéries sont encore à l'heure actuelle les formes de vie parmi les plus simples dont les populations sont les plus

importantes sur Terre, bien plus importantes que celles de nombre de formes plus complexes.

Cette “démonstration” se fonde donc essentiellement sur la *forme* des organismes et sur leur *nombre*. En tant que paléontologue, Gould semble croire que les êtres vivants ne sont que des *formes* dépourvues de structure interne, des *choses* isolées de leur milieu environnant : en somme, des fossiles figés dans la roche ?! Et que l’importance historique de la complexité, notion *qualitative*, peut être mesurée à l’aune de la seule *quantité* des êtres vivants qui la portent ou non.

Surtout, Gould ne veut pas sortir du « cadre de la sélection naturelle » pour expliquer l’évolution du vivant : la complexification des êtres vivants *doit* être le produit de leur « supériorité » dans la lutte pour la vie, ou ne pas être : *There is no alternative* ; il n’y a pas d’alternative.

Voilà qui rappelle les manières de son maître à penser :

> « Bien que nous n’ayons aucune preuve certaine de l’existence d’une tendance innée des êtres organisés vers un développement progressif, ce progrès résulte nécessairement de l’action continue de la sélection naturelle. »

Darwin, *L’Origine des espèces*, 1876.
cité par André Pichot, *Histoire de la notion de vie*, 1993, p. 822, cit. 64.

« *Pour celui qui a un marteau entre les mains, le monde n’est plus qu’une immense accumulation de clous à enfoncer.* » Pour les darwiniens, tout – y compris ce dont on est pas certain de l’existence – est « nécessairement » le produit de la sélection naturelle…

Quoi qu’il en soit, le *dernier mot* de l’explication de Gould, c’est en fin de compte que *l’évolution n’est qu’un « épiphénomène »*, une « *conséquence marginale* » de la multiplication des êtres vivant !!!

Les évolutionnistes ne manquent jamais une occasion de faire du battage autour du fait que l’idée d’évolution est profondément dérangeante (en réalité, elle ne l’est que pour la minorité de gens qui croient encore que la Bible est à prendre au pied de la lettre), et en voilà un qui nous dit en somme que tout cela n’est qu’un « épiphénomène », une broutille sans grande importance ! L’évolution, comme dirait Shakespeare, c’est finalement *Much ado about nothing* ; beaucoup de bruit pour rien !

On ne saurait mieux faire la *démonstration par l’absurde* du caractère profondément erroné de cette manière de concevoir l’histoire du vivant. Gould voit bien que la complexité des organismes ne peut être interprétée en termes d’« avantage », de « supériorité » ou encore d’« adaptation »

dans le cadre du mécanisme de la sélection naturelle, mais, ne disposant d'aucune autre grille de lecture, plutôt que de reconnaître son ignorance face à ce phénomène troublant, il préfère dire qu'il est le produit du hasard et de la contingence ; explication qui n'explique rien.

Explication qui empêche également toute recherche d'une autre explication. Explication qui finalement postule que la sélection naturelle est le *seul* mécanisme de l'évolution admissible.

Qu'est-ce qu'un être vivant ?

Surtout, la "démonstration" de Gould ne prend nullement en compte la physiologie des êtres vivants et les relations qu'elle implique avec leur milieu, c'est-à-dire qu'elle ne prend nullement en compte *la spécificité des êtres vivants* par rapport aux objets inanimés.

Autrement dit, tout comme Darwin, Gould ignore ce qu'est un être vivant (« *Ce n'est pas un sujet que je comprends très bien* ») et ne veut pas le savoir (« *Je ne me sens pas expert en la matière* ») : pour eux, ce sont d'étranges objets, des *machines complexes* qui ont cette curieuse particularité de pouvoir se reproduire, non pas à l'identique – comme dans la production industrielle des objets ou des machines – mais en variant d'une génération à l'autre.

C'est ce que Darwin désignait par « descendance avec modification » afin de *ne pas* employer le mot d'« évolution », trop connoté selon lui par cette idée de « progrès » [2] qui impliquait l'existence d'un « ordre de la nature », qu'il amalgamait à l'« échelle des êtres » d'origine théologique [3].

La théorie darwinienne de l'évolution – contrairement à celle de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) – n'est soutenue par aucune théorie qui explique ce qu'est un être vivant – c'est pour pourquoi Lamarck invente la biologie, « la science des phénomènes communs aux plantes et aux animaux », en 1802. La théorie darwinienne prétend pourtant expliquer l'histoire du vivant, sans connaître les ressorts et les potentialités de la *dynamique interne* (d'ordre physico-chimique) qui les anime et leur confère leur *activité autonome et leur sensibilité propre*.

---

[2] Le mot évolution est au contraire abondamment employé par Herbert Spencer (1820-1903) avant que Darwin ne publie *L'Origine des espèces*.

[3] L'échelle des êtres est une conception religieuse de l'ordre de l'univers, très populaire durant la Renaissance, qui classe les éléments matériels, les êtres vivants et les entités spirituelles selon un ordre croissant, jusqu'à la plus haute perfection, Dieu.

Ainsi lorsque Gould déclare : « Les organismes sont soumis aux lois de la physique et doivent s'y adapter. » [PLS, 1994], il oublie que les organismes ont pour principale caractéristique de savoir également *utiliser* les lois de la physique pour en faire tout autre chose que les objets inanimés. Par exemple, l'oiseau utilise la gravitation et les frottements de l'air pour voler et aller ou bon lui semble, tandis que la pierre, soumise aux mêmes phénomènes, décrit toujours la même trajectoire.

Le défaut fondamental de sa "démonstration" est donc qu'il néglige la nature très particulière de ce qu'il prétend expliquer :

> « Or les êtres vivants ne sont pas seulement des "choses", des objets matériels, mais ce sont avant tout des *êtres*, c'est-à-dire que, à la différence des autres corps, *leur existence ne va pas de soi* – contrairement à celle d'un rocher, d'une table ou d'une montre qui peuvent persister dans leur être sans avoir besoin de rien. L'existence des êtres vivants est étroitement dépendante des *relations* qu'ils entretiennent avec leur environnement. En effet, c'est uniquement grâce aux *échanges* avec le milieu (eau, air, nourriture, etc.) que les organismes peuvent exister et persister dans leur nature d'êtres vivants. Et donc, les organes et les facultés qui leur permettent d'entrer en relation avec les éléments nécessaires à leur survie sont plus importants – d'abord *pour l'être vivant lui-même* (d'où l'importance de "se mettre exactement au point de vue des acteurs" pour les comprendre) – que d'autres traits ou caractéristiques – que *nous seuls*, en tant qu'êtres dotés des "facultés plus éminentes", sommes capables de discerner grâce à nos moyens d'observation et d'analyse.
>
> Lorsque Lamarck évoque les "facultés plus éminentes" qui apparaissent au cours de l'évolution, il a bien sûr en tête celles de l'homme, mais aussi et surtout le développement progressif chez les animaux de capacités toujours plus élaborés de relations avec le milieu. Plus les capacités de percevoir, d'appréhender et de connaître sont développées, moins les êtres vivants qui en sont dotés sont soumis aux accidents, aléas et contingences du milieu, et plus ils sont capables de maîtriser, transformer et éventuellement créer des conditions favorables à leur propre existence. En somme, ces "organes différenciés et spécialisés" et ces "facultés plus éminentes" dotent l'être vivant d'une sensibilité plus fine et de capacités d'interventions élargies.
>
> L'être vivant devient ainsi plus *autonome* : il ne réduit pas sa dépendance vis-à-vis du milieu, mais la transforme de telle sorte qu'il

en maîtrise mieux les ressorts. Ce développement, à mesure qu'il crée des fonctions plus complexes, tend à donner un caractère de plus en plus *social* à cette maîtrise du milieu, un individu seul ne pouvant pas exercer un grand nombre de facultés : l'apparition des premiers êtres vivants pluricellulaires il y a 600 millions d'années en est une des plus frappantes illustrations, car cette forme d'organisation collective permet la création d'un *milieu intérieur* qui assure à chacune des cellules qui le composent des conditions régulées par des organes spécialisés et par l'ensemble de l'organisme. Claude Bernard (1813-1878), qui formule le premier cette idée de milieu intérieur, l'interprète très clairement comme la réalisation d'une plus grande autonomie de l'organisme vis-à-vis des aléas du milieu extérieur.

L'accroissement de complexité des êtres vivants au cours de l'évolution est donc *une montée vers toujours plus d'autonomie*.

Cette tendance générale n'est pas le produit d'un plan établi par Dieu, mais bien de la *tension* qui existe au sein de chacun des êtres vivants, de la *contradiction* qui est constitutive de tous les organismes : les relations qu'ils entretiennent avec le milieu sont au fondement de leur indépendance envers ce milieu ; leur activité autonome et leur existence libre ne peuvent subsister et se développer que par des relations toujours plus larges et approfondies avec le milieu. L'autonomie n'est jamais absolue ni définitive, elle est toujours relative et doit être en permanence réaffirmée dans les relations diversifiées avec le milieu. »

Bertrand Louart, *Le vivant, la machine et l'homme*, 2013.
<http://sniadecki.wordpress.com/2013/06/07/louart-vmh/>

Les êtres vivants sont avant tout des *êtres de relations* : ils ne peuvent avoir d'existence libre et autonome qu'à travers leurs relations avec le milieu. Les fonctions physiologiques qui renforcent cette autonomie et les organes qui développent et étendent ces relations sont ce qui a été désigné, de manière le plus souvent *intuitive*, par « complexification » de l'organisation des êtres vivants.

Cette *tendance à la complexification croissante des êtres vivants au cours de l'évolution*, Lamarck en avait fait, dans sa *Philosophie zoologique* (1809), un des piliers de sa théorie de l'évolution et interprétait ce processus comme un accroissement des « facultés plus éminentes » des animaux [4].

[4] Pour une vue complète sur l'œuvre de Lamarck, voir le chapitre que lui consacre André Pichot dans son *Histoire de la notion de vie*, éd. Gallimard, coll. TEL, 1993.

C'est d'ailleurs de la théorie évolutive de Lamarck – popularisé au travers des ouvrages d'Ernst Haeckel (1834-1919) à la fin du XIXe siècle – que vient cette idée d'un « progrès » dans l'évolution (terme en effet impropre puisque en réalité cette « progression » n'est ni linéaire ni nécessaire), reprise par la suite par de nombreux évolutionnistes (dont Gould) qui ont oublié d'où elle venait.

Déterminisme et chaos

Mais Gould ne précise nullement à quelle doctrine évolutive il s'en prend en particulier, ce qui lui permet de prêter généreusement à son adversaire imaginaire toutes les tares qu'il veut bien lui accorder ; *on n'est jamais si bien servi que par soi-même*…

Un point sur lequel il insiste particulièrement dans tout ses textes est que l'existence d'une tendance à la complexification des êtres vivants au cours de l'évolution impliquerait que ce processus serait nécessairement strictement déterministe au point qu'il serait continu et donc que ses étapes successives seraient « prédictibles » avec assez de précision. On ignore d'où Gould sort cet enchaînement d'idées qui en fait ne sont liées par aucune nécessité logique ni apparente.

Il semble en cela uniquement prendre le contre-pied exact de cette citation qui date pourtant d'il y a plus d'un siècle :

> « Si l'évolution de la vie est autre chose qu'une série d'adaptations à des circonstances accidentelles, elle n'est pas davantage la réalisation d'un plan. »
>
> Henri Bergson, L'évolution créatrice, 1907 ; éd. PUF, 2006, p. 104.

Pour Gould, puisque l'évolution ne saurait être la réalisation d'un plan – ce qui impliquerait une intervention surnaturelle ; chose qu'il rejette avec raison – elle doit donc nécessairement n'être qu'une série d'adaptations à des circonstances accidentelles. On voit ici que, contrairement à ce qu'il prétend en ouverture de son livre [Gould, 1997, p. 9], *le contraire d'une erreur n'est pas nécessairement quelque chose de juste* : inverser une vielle manière de voir [5] peut amener à tout autant d'obscurité, de confusion et d'incohérences. C'est surtout le signe d'une grande paresse intellectuelle, car cette méthode aussi rigoureuse qu'exigeante permet de *ne pas avoir à se colleter* avec les problèmes véritablement importants, auxquels la

[5] Gould fait référence ici à la *Théologie naturelle* (1803) de William Paley (1743-1805) que Darwin avait assidûment potassé lors de ses études de théologie à Cambridge. Cet ouvrage démontrait l'existence de Dieu en arguant que puisque les êtres vivants sont semblables à des machines, c'est qu'un Suprême Ingénieur les avait spécialement conçues et créées.

religion a répondu à sa manière et à qui il serait tout de même regrettable de laisser le dernier mot.

Cette citation du philosophe Henri Bergson, beaucoup plus dans l'esprit de Lamarck, laisse au moins ouverte la possibilité de concevoir les choses autrement que seulement en noir ou en blanc [6].

Pourquoi la complexification devrait-elle être continue ? Pourquoi, si elle était continue, devrait-elle être prédictible ? L'évolution du vivant, si elle est d'abord et avant tout un phénomène matériel qui suit son déterminisme propre, n'est-elle pas aussi et surtout un processus historique qui contient, comme tous les phénomènes complexes, sa part de hasard et de contingence ? Gould semble ne vouloir retenir que ce dernier point à l'exclusion de tout autre qui pourrait évoquer le premier :

> « L'être humain est un pur produit du hasard, et non le résultat inéluctable de la directionalité de la vie ou des mécanismes de l'évolution. »
>
> *L'éventail du vivant*, 1997, p. 216.

Si l'être humain est vraiment « un pur produit du hasard », on se demande bien pourquoi un nombre assez considérable de naturalistes se sont depuis deux siècles cassés la tête à chercher les mécanismes de l'évolution ! Remplacer la providence divine par la *providence laïque* du hasard et de la contingence n'est qu'une vaine pirouette ; dans les deux cas, y croire exige un *acte de foi*, non une démonstration. Comment, en effet, une telle assertion pourrait-elle être prouvée ? En voulant éliminer toute finalité dans l'histoire du vivant, Gould élimine en réalité tout déterminisme : *Credo quia absurdum* – Je crois parce que c'est absurde.

En fait, il semblerait que Gould ne sache pas très bien ce que c'est que *l'histoire*, même naturelle – c'est-à-dire l'évolution –, et qu'il la confonde avec le simple *écoulement du temps* propre à la physique classique.

Pour éclaircir ce point, un fait curieux à noter dans son article de 1994 est qu'il évoque le chaos déterministe :

> « Le mathématicien et physicien français Pierre Simon de Laplace s'est fait le porte-parole du déterminisme lorsque ce dernier s'est développé, à la fin du XVIIIe siècle, et il a même prétendu qu'il pouvait prévoir le futur de l'Univers

[6] Et il faut noter au passage que Gould reproduit ici, à 140 ans de distance, la même erreur que Darwin. Ce dernier cherchait à réfuter les « créations spéciales » à l'aide du mécanisme aveugle et impersonnel de la sélection naturelle, ne faisant en cela qu'inverser l'explication donnée par Paley (cf. note précédente). Comme le remarque Gould (*La structure de la théorie de l'évolution*, p. 174) : « Cette influence, et le désir de renverser le système de Paley, a persisté tout au long de la carrière de Darwin. »…

s'il connaissait la position et la vitesse de toutes les particules du cosmos, à un moment donné. La découverte de la complexité du monde physique a brisé ce rêve chimérique. L'histoire de la vie recèle trop de phénomènes chaotiques, extrêmement sensibles à d'infimes variations des conditions initiales et qui conduisent à des évolutions totalement divergentes. L'histoire est aussi beaucoup trop contingente, c'est-à-dire déterminée par de longues chaînes de phénomènes imprévisibles ; l'avenir n'est pas prévisible par quelques lois naturelles. »

[PLS, 1994]

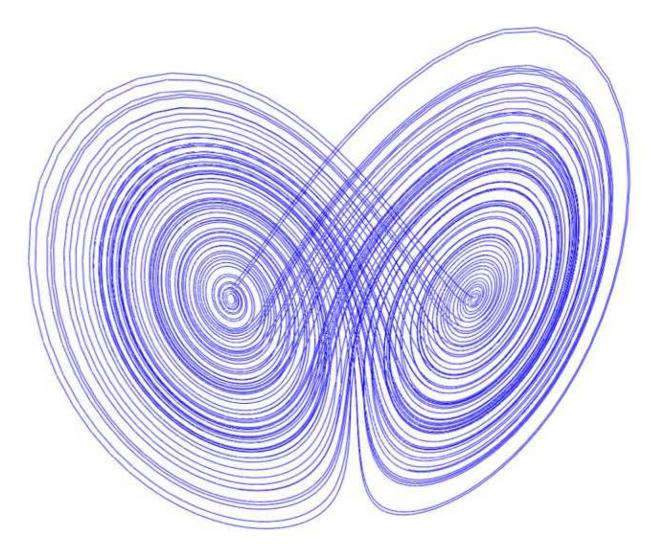
Cette allusion à la théorie du chaos déterministe disparaîtra dans ses ouvrages suivants [7]. Gould montre ici qu'il n'a pas vraiment compris ce qu'implique cette théorie en matière de déterminisme.

En 1961, Edward Lorenz (1917-2008) [8], grâce à des modèles informatiques ultra simplifiés de l'atmosphère (12 équations, qu'il ramènera ensuite à 3, le fameux « attracteur de Lorenz » – figure ci-dessous) découvre l'instabilité fondamentale de l'atmosphère. Si les prévisions météo ne sont plus fiables au-delà de trois jours, ce n'est pas dû au manque de précision des mesures, au manque de puissance des ordinateurs, ni à des modèles défectueux. En fait, n'importe quel modèle qui prétend simuler n'importe quel phénomène avec au moins trois équations non linéaires a de fortes chances d'être « chaotique ». Non pas qu'il se passe n'importe quoi, mais plutôt que posséder une représentation mathématique du phénomène ne permet pas pour autant de le prévoir : sa dynamique se déroule dans certaines limites (attracteur), mais son évolution précise (trajectoire) est impossible à connaître. Cela concerne les phénomènes dont les éléments agissent et réagissent constamment les uns sur les autres, dont les plus emblématiques sont la turbulence dans les fluides. Les calculs montrent que se produit alors une amplification des « perturbations », c'est-à-dire que la plus infime modification finit par avoir une influence sur le devenir global du système.

---

7 Dans *La structure de la théorie de l'évolution*, il l'évoque à nouveau sans entrer dans le détail, comme preuve plus ou moins indirecte de sa théorie des équilibres ponctués, en se référant essentiellement aux travaux de Stuart Kaufman (cf. *Index des notions*, entrée "Théorie du chaos").

8 James Gleick, *La théorie du chaos*, éd. Flammarion, coll. Champs, 1991.



Représentation en trois dimensions d'une trajectoire liée à l'attracteur de Lorenz
La trajectoire oscille entre deux régimes,
mais la transition de l'un à l'autre demeure imprévisible.

Lorenz a illustré cela avec une image frappante, *l'effet papillon* : un battement d'aile de papillon dans nos contrées pourrait avoir pour conséquence dans quelques mois un cyclone aux antipodes. Cette image est pourtant inexacte, parce qu'elle se fonde encore sur l'idée qu'une cause déterminée (le battement d'aile) peut engendrer une conséquence précise (le cyclone). Or, ce n'est pas une seule « perturbation » qui est amplifiée, mais bien toutes, et de ce fait un événement précis n'a plus de cause déterminée identifiable : il est le produit de la *dynamique globale* du système. Le déterminisme linéaire de la physique classique (une cause => une conséquence), cède la place à un *déterminisme circulaire* où les causes réagissent en permanence sur les conséquences au point que les notions de cause et de conséquence ne sont plus pertinentes.

L'histoire du vivant, autrement plus complexe, ne se déroule pas selon une causalité linéaire simple qui permettrait de faire des *prédictions*. La multiplicité des circonstances qui déterminent la manifestation d'un événement est telle que l'on peut même considérer que toute causalité est dissoute dans l'enchevêtrement des faits accidentels et singuliers. Mais cela ne veut pas pour autant dire que les événements historiques soient intégralement le produit du hasard et qu'il faille renoncer à tenter de *comprendre* l'histoire qu'ils dessinent.

Ce que l'attracteur de Lorenz nous enseigne sur les phénomènes complexes, c'est qu'il est plus important de *comprendre* la dynamique dans son ensemble en rapport avec son contexte, que de chercher à *prévoir* chaque point de la trajectoire. Cela est bien connu des personnes engagées activement dans des processus historiques :

> « Ce qui fait que les gens de mon espèce comprennent mieux la situation que les prétendus experts, ce n'est pas le talent de prédire des événements spécifiques, mais bien la capacité de saisir *dans quel sorte de monde nous vivons*. »
>
> Georges Orwell [9]

Gould ne semble donc pas avoir compris que s'il n'y a pas de « lois d'airain du développement historique », comme le pensaient certains marxistes au siècle dernier, l'histoire n'est pas pour autant une chose incompréhensible.

> « C'est le présent qui permet de découvrir, rétrospectivement, ce qui dans le passé était porteur d'avenir, sans toutefois que cet avenir n'ai jamais été totalement contenu en lui. »
>
> André Pichot, *Expliquer la vie*, 2011, p. 11.

> « L'événement éclaire son propre passé, mais il ne saurait en être déduit. C'est la lumière produite par l'événement lui-même qui nous permet d'en discerner les éléments concrets (à partir d'un nombre infini de possibilités abstraites), et c'est encore cet éclairage qui doit nous guider à rebours dans le passé toujours obscur et équivoque de ses composantes. »
>
> Hannah Arendt, *La nature du totalitarisme*, éd. Payot, 1990, p. 73
> (cité par Pichot, *op. cit.*, p. 12).

Afin de conjurer cette illusion rétrospective, les darwiniens prétendent que l'histoire naturelle n'a aucun sens. Et en l'occurrence, Gould semble en être resté à une conception du déterminisme propre à la physique classique : soit les phénomènes obéissent à des lois et se déroulent de manière continue et prédictible, soit « l'avenir n'est pas prévisible par quelques lois naturelles » [PLS, 1994] et tout n'est que hasard et contingence. Il n'y a pas de place pour autre chose…

A noter également qu'il y a quelque ridicule à demander que les événements du passé soient *prédictibles*… à partir de la connaissance que nous en avons actuellement !

[9] Cité par Simon Leys, *Orwell ou l'horreur de la politique*, éd. Hermann, 1984, p. 2.

Une évolution sans histoire

> « La vie est comme un jeu d'ombres mouvantes qui se promènent et se démènent sur la scène pendant une heure ou deux et qu'on ne reverra plus jamais ensuite. C'est une histoire racontée par un idiot, pleine de bruit et de fureur et qui, au bout du compte, ne signifie pas grand-chose. »

W. Shakespeare, *Macbeth*, acte V, scène 5.

Il faut noter que Gould découvre les théories de Lamarck vers la fin de sa vie ; il les discute dans son ultime ouvrage *La structure de la théorie de l'évolution* (2002) – pour un « historien des sciences » particulièrement intéressé par la biologie, mieux vaut tard que jamais !

Gould est plus honnête que bien des évolutionnistes lorsqu'il restitue les idées de Lamarck et démonte certains mythes et légendes à son propos. En particulier, il saisit bien que la théorie de l'évolution de Lamarck repose sur deux tendances : la première, la *complexification* de l'organisation des êtres vivants sous l'effet de leur dynamique interne ; la seconde la *diversification* des êtres vivants sous l'effet des circonstances qu'ils rencontrent dans le milieu.

Mais l'analyse de la complexification des espèces va-t-elle pour autant s'en trouver modifiée dans cet ouvrage ? Nullement.

> « *Atemporalité vs Histoire* – Pour qu'il y ait histoire, il faut qu'il y ait des moments pouvant se distinguer et qui, dès lors qu'ils forment une séquence d'évènements, racontent quelque chose. On peut, si l'on veut, estimer que le processus du progrès [chez Lamarck] imprime un caractère historique à la marche montante de n'importe quelle entité protoplasmique particulière. Mais considéré globalement, ce processus n'a pas le sens généralement attaché à l'histoire. Chaque étape est en effet prédictible et repérable ; et chacune existe à tout moment (puisque la génération spontanée [des organismes les plus simples] restaure continuellement la base des chaînes évolutives). Par conséquent, le processus du progrès chez Lamarck est fondamentalement anhistorique. »

Gould, *La structure de la théorie de l'évolution*, 2002, p. 273.

Le contresens est total et l'argumentation d'une parfaite mauvaise foi.

Il est exact que Lamarck, dans sa *Philosophie zoologique* (1809) considérait l'évolution comme une sorte de tapis roulant, toujours fourni en espèces les plus simples (ce qu'il appelait les « infusoires » et qui désignent aujourd'hui les bactéries) par la génération spontanée. Il semble être revenu de cette idée, effectivement erronée, dans son introduction à *L'histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815).

Mais on se demande où notre historien des sciences a lu que Lamarck considérait que chaque étape de la complexification des êtres vivant était pour lui « prédictible et repérable » ? Il ne nous le dit pas, et c'est bien dommage. Car dans ce passage Gould semble oublier que Lamarck considérait que cette tendance principale de l'évolution – due à la dynamique interne des êtres vivants – était contrecarrée et perturbée par la rencontre de ces êtres vivant avec les circonstances extérieures qui entraînaient leur diversification. Comment, si l'on tient compte de ces *deux tendances qui opèrent simultanément*, l'histoire du vivant pourrait-elle être « prédictible et repérable » ?

Et quand bien même cela serait, l'évolution chez Lamarck ne raconte-elle rien ? L'acquisition progressive chez les êtres vivants de « facultés plus éminentes » ne dessine-elle pas « une séquence d'évènements » qui « racontent quelque chose », à savoir une montée vers toujours plus d'autonomie à l'égard des aléas du milieu ? [10] Mais cela ne rentre pas, en effet, dans le « cadre de la sélection naturelle » que sont sensés *subir stoïquement* les êtres vivants en toute circonstance.

Quoi qu'il en soit, venant de Gould, cet argument du caractère « fondamentalement anhistorique » de l'évolution selon Lamarck ne manque pas de piquant. Ce darwinien ne prétendait-il pas quelques années auparavant dans *L'éventail du vivant* que l'évolution n'était qu'un « épiphénomène », que la complexification résultait uniquement de la contingence, que l'apparition de l'être humain était « un pur produit du hasard » ? Comment une histoire, écrite sur de telles bases, pourrait-elle « raconter quelque chose » ?

Surtout, Gould passe totalement à côté de la *nécessité théorique* du processus de l'évolution. Processus indispensable afin d'expliquer les êtres vivants que nous voyons autour de nous aujourd'hui et que nous sommes nous-mêmes.

Le premier être vivant sur Terre, beaucoup plus rudimentaire que la plus simple bactérie existant actuellement, est apparu il y a 3,5 milliards d'années par génération spontanée, comme produit des éléments et circonstances physico-chimiques présents dans le milieu de l'époque. De nos jours, aucun être vivant, même les plus simples, ne peut apparaître par génération spontanée, les conditions initiales favorables à ce phénomène ayant depuis été radicalement transformées par l'activité des êtres vivant eux-mêmes. Chaque être vivant est issu d'un autre être vivant,

---

[10] Voir également la critique de Gould dans l'ouvrage de Joseph H. Reichholf, *L'émancipation de la vie*, éd. Flammarion, coll. Champs, 1992, pp. 234-237 et pp. 296-297.

et les êtres vivant complexes sont donc issus des êtres vivant plus simples. La seule manière d'expliquer les êtres vivants complexes qui nous entourent aujourd'hui, et notre propre présence sur cette Terre, consiste donc logiquement à faire appel à un processus d'évolution des espèces fondé sur une transformation progressive des êtres vivants au cours du temps. Un être vivant est une *organisation de la matière qui s'est elle-même composée au cours du temps* ; les êtres vivants complexes sont le produit d'une *construction historique*.

Ce sont ces deux aspects que Gould et avec lui la majeure partie des darwiniens ne comprennent pas : l'être vivant non comme chose ou machine, mais comme être en relation *active et sensible* avec son milieu ; ce qui implique que la *complexité* se définit par l'étendue des capacités à percevoir et agir sur le milieu – et donc l'autonomie vis-à-vis des aléas du milieu – et que la *complexification* est le processus historique par lequel les organismes acquièrent ces capacités, accroissent leurs « facultés plus éminentes ».

Faute de savoir ce qu'est un être vivant, Gould et les darwiniens ne comprennent pas la nécessité du processus de l'évolution. Ils restent dans une vision de l'organisme comme une chose, un objet, une machine construite par essais et erreurs et dont les caractéristiques sont sélectionnés dans le cours de la lutte pour la vie. Dans cette vision *machiniste* du vivant, le Suprême Ingénieur n'est plus Dieu, mais le hasard des variations propre à l'individualité de chaque organisme, et la contingence des circonstances qui leur permettent de survivre ou non. Ballottés au gré de ces divers aléas, les êtres vivants ne sauraient en effet évoluer dans aucune direction que ce soit. De ce fait, Gould en vient à défendre très logiquement une *évolution sans histoire*, ce que Darwin nommait plus simplement la « descendance avec modification ».

> « Il ne semble pas qu'il y ait une plus grande finalité dans la variabilité des êtres organiques et dans l'action de la sélection naturelle que dans la direction d'où souffle le vent. »
>
> Darwin, *L'Autobiographie*, éd. du Seuil, 2008, p. 83.

Il n'y a certainement pas de « finalité » (ou de dessein ?) dans la direction d'où souffle le vent, mais ceux qui étudient la météorologie savent qu'il ne souffle pas au hasard, voire même parviennent parfois à en prévoir la direction générale…

C'est donc la théorie darwinienne qui est bel et bien « fondamentalement anhistorique ». Ce n'est pas une théorie *évolutionniste* – au sens où elle comprend les étapes de la « composition

de l'organisation » des êtres vivants, comme Lamarck – mais seulement une théorie *transformiste* – au sens où elle rend compte, par une série d'hypothèses vraisemblables, de la seule « modification » des êtres vivants. Ce que Darwin savait bien, lui qui a délibérément évité d'employer le mot d'*évolution* pour qualifier les effets de la sélection naturelle.

Le sommet de l'évolution

Enfin, plus généralement, tout au long de *L'éventail du vivant*, Gould ne se cache pas de combattre une autre idéologie. Il s'oppose à notre « anthropocentrisme », à notre « narcissisme », veut faire pièce à notre « arrogance » et à une « vision réconfortante » de l'histoire de la vie sur Terre :

> « J'ai souvent eu l'occasion de citer cette observation pénétrante, presque désolée, de Freud selon laquelle toutes les grandes révolutions survenues dans l'histoire de la science ont en commun, par-delà leur diversité, d'avoir porté un coup sévère à ce que les précédentes avaient épargné de notre arrogance cosmique. Freud mentionne trois exemples [11]. Nous pensions vivre sur le corps central d'un univers limité lorsque Copernic, Galilée et Newton révélèrent que la Terre n'est qu'un minuscule satellite d'une étoile secondaire. Nous nous étions alors rassurés en imaginant que Dieu avait néanmoins choisi ce lieu excentré pour créer un organisme unique à Son image quand Darwin vint “nous reléguer au rang de descendants du monde animal”. Nous avions alors trouvé consolation dans la rationalité de notre esprit lorsque, ainsi que le note Freud dans l'une des moins modestes affirmations de l'histoire de l'intelligence, la psychologie découvrit l'inconscient.
>
> […] Prise à la lettre, la Bible était très réconfortante. Elle présentait une Terre à peine âgée de quelques milliers d'années et, à l'exception des cinq premiers jours, peuplée d'êtres humains qui en étaient les créatures dominantes. L'histoire de la Terre s'identifiait ainsi à celle de la vie humaine. Pourquoi ne pas considérer alors l'Univers physique comme existant pour et à cause de nous ? […] Le camouflet nous fut infligé lorsque les paléontologues révélèrent que l'humanité n'occupait que le dernier micro-moment du temps planétaire, un centimètre ou deux du kilomètre cosmique, une minute ou deux de l'année cosmique. Cette limitation phénoménale du temps humain constitua, elle, une menace évidente, surtout si l'on l'associait à la deuxième révolution mentionnée par Freud, la révolution darwinienne. »
>
> Gould, *L'éventail du vivant*, 1997, pp. 29-30.

[11] Voir la dix-huitième leçon d'introduction à la psychanalyse, « La fixation au trauma ; l'inconscient », professée en 1916, et *Une difficulté de la psychanalyse*, 1917. [NdE]

Il s'oppose en cela – avec raison – à une vision téléologique et théologique de l'évolution : l'être humain serait le sommet vers lequel tend nécessairement l'évolution ; ce dessein nous nous aurait été assigné par Dieu.

Au passage, rectifions l'interprétation quelque peu controuvée du rôle de la science selon Freud :

> « Ceux qui imaginent que l'héliocentrisme a porté atteinte au narcissisme humain auraient dû s'aviser d'une difficulté : l'enfer était tenu pour être situé sous terre. Autrement dit, à l'extrême centre du monde était son lieu, non le plus noble, mais le plus abject.
>
> […] Aussi les adversaires les plus farouches du système de Copernic n'étaient-ils pas mus par la vanité blessée de ne plus être au centre : ils étaient au contraire outrés par l'orgueil insensé consistant à mettre la Terre au même rang que les astres. »

Olivier Rey, "Mesure relative et mesure absolue",
Cahiers philosophiques, « Mesurer », n°135, 4e trimestre 2013.

On peut rappeler également que pour la religion chrétienne, l'homme est un être déchu du paradis terrestre, condamné à « gagner son pain à la sueur de son front » dans une « vallée de larmes ». Soit une situation qui n'encourage pas vraiment le narcissisme ni l'arrogance…

Il semblerait donc que Freud, en magnifiant le rôle de la science, ait surtout cherché à se donner le beau rôle dans une histoire réécrite par ses soins…

Mais même en admettant que la religion chrétienne a magnifié la place de l'homme dans la nature – ce qui est loin d'être évident –, ce n'est pas en inversant cette proposition – seule méthode critique que semble connaître Gould – que l'on arrivera à une vision plus juste des choses.

Sans nécessairement prétendre nous placer au « sommet » de l'évolution, puisque nous y sommes avec bien d'autres espèces, il faut néanmoins reconnaître que l'être humain est une sorte *d'aboutissement* de cette évolution, au sens de produit ultime de ce processus, où les tendances à l'œuvre ont été poussées jusqu'au bout de leur possibilités. Si l'être humain à conquis quasiment tous les milieux terrestres de la planète, ce n'est pas parce qu'il est bien *adapté* à chacun d'entre eux, mais au contraire parce qu'il est le plus *autonome* par rapport aux conditions variés que présentent ces milieux. Ses capacités d'intelligence et de transformation du monde lui ont permis de créer un milieu qui lui est propre : les villes et les campagnes.

Aussi, si dans de nombreuses représentations de l'évolution des espèces, l'être humain s'est mis abusivement au « sommet » – oubliant les autres espèces qui nous entourent et qui participent aux conditions de la vie sur Terre autant sinon plus que nous –, c'est avant tout parce que c'est nous qui en parlons. Les plantes, les polypes, les insectes et toutes les autres espèces nous fournissent de précieuses indications sur l'évolution, mais n'écrivent pas d'articles dans les revues scientifiques pour nous dire comment ils en sont venus à être ce qu'ils sont. C'est regrettable – car cela nous épargnerais bien de la peine –, mais c'est ainsi. C'est nous, les êtres humains, qui discourrons sur l'évolution des autres êtres vivants et ce n'est pas de l'anthropocentrisme que de reconnaître ce fait et d'en tirer les conclusions qui s'imposent.

C'est une singulière forme d'objectivité que celle qui ne tient pas compte de la position même de l'observateur, lui-même être vivant au sein du monde vivant…

Laissons donc les narcissiques à leur narcissisme : ceux qui ont besoin de se croire le centre du monde, de se hisser sur un piédestal, de représenter la perfection ou le sommet de l'évolution et par là de se sentir légitimement investit de dominer le monde, où les voit-on en réalité ? Il est remarquable que Gould, pas plus que d'autres, ne prenne la peine de préciser où l'on peut les trouver.

Pourtant, ces personnages existent bel et bien, mais nos scientifiques, si soucieux de remettre l'humanité en son ensemble à sa “juste” place, et par là de faire à tout le monde un prêche de modestie et d'humilité, se gardent bien de les dénoncer précisément : car ces personnages imbus d'eux-mêmes et de leur supériorité sur le reste de la création, on les voit dans les allées du pouvoir. Les scientifiques qui se croient si subversifs en bouleversant-les-idées-reçues-et-les-préjugés-de-deur-temps, se gardent bien de mordre la main qui les nourrit… Rappeler à l'humilité l'humanité ne leur coûte pas cher, mais ridiculiser les puissants leur semble plus périlleux…

Mais surtout ce prêche d'humilité semble avoir pour seul but de rabaisser l'être humain à quelque chose de finalement fort négligeable et de peu d'importance, sans jamais chercher au-delà de ce constat où se situerait maintenant, après ces révélations fracassantes, notre dignité. Pour le commun, le sentiment de sa propre dignité ne vient pas de sa supériorité sur les autres créatures, mais vient de ce que nous partageons avec les autres créatures et contrairement à elles, la conscience de la mortalité.

Et en l'occurrence, en ce qui concerne *la place de l'homme dans la nature*, nous sommes bien obligés de constater que le par ailleurs fort prolixe Gould n'a strictement *rien à nous dire*.

> « Et cette rage de tout abaisser, caractéristique d'une époque qui n'est pas seulement persécutée, mais persécutrice, ne peut plus simplement être confondue avec la distinction naturelle que la vie établit entre le sublime et le grossier ; c'est bien plutôt, dans notre esprit, un trait de masochisme, l'inexprimable joie de voir le bien humilié et même détruit avec une si merveilleuse aisance. »

Robert Musil, *L'homme sans qualités*, 1930 ; trad. fr. éd. du Seuil, vol. I, p. 385.

Gould, comme bien d'autres scientifiques sous prétexte d'objectivité, à parfaitement intériorisé le point de vue du pouvoir : dans cette optique, l'être humain n'est qu'une ressource comme les autres à exploiter. Dans la dynamique propre à la société capitaliste et industrielle, *l'obsolescence de l'homme* est programmée et réalisée toujours plus avant par le développement de la technoscience, par l'automatisation et l'informatisation grandissante de tous les aspects de la vie sur Terre.

C'est cette pensée soumise, qui ignore délibérément l'autonomie et la liberté qui se déploient dans le monde vivant, que Stephen Jay Gould n'a cessé de célébrer.

Andréas Sniadecki,
novembre 2015.

Annexes :

1. Stephen Jay Gould, "L'évolution de la vie sur terre", *Dossier Pour la science* n°11, "Le hasard", avril 1996.

2. "Entretien avec Stephen Jay Gould" réalisé par Jean-Claude Oliva, paru dans le journal *Regard* du 1er octobre 1997, disponible sur le site <www.regards.fr>.

3. "Il n'y a pas de sens de l'évolution" propos recueillis par Olivier Postel-Vinay, paru dans le mensuel *La Recherche* n°301, septembre 1997.

Texte disponible sur le blog :

Et vous n'avez encore rien vu…

Critique de la science et du scientisme ordinaire

<http://sniadecki.wordpress.com/>

Stephen Jay Gould

L'évolution de la vie sur terre

La vie n'a évoluée ni régulièrement ni de façon prévisible. L'évolution a résulté d'une succession d'événements fortuits.

Dossier *Pour la science* n°11, "le hasard", avril 1996.

Certains créateurs clament leurs inventions en grande pompe : Dieu poussa son *Fiat lux* en même temps qu'il illumina son monde nouveau. D'autres, comme Charles Darwin, exposent modestement de grandes découvertes. En 1859, il proposa ses nouveaux mécanismes de l'évolution :

> « J'ai nommé Sélection Naturelle le principe selon lequel chaque petite variation est conservée quand elle est utile. »

La théorie de la sélection naturelle est si simple, si remarquablement puissante qu'elle a résisté à 135 ans d'examens et de tests. Elle stipule que les organismes luttent pour améliorer leur succès reproductif, ce qui favorise l'adaptation des populations à l'environnement changeant. Ici le mot « lutte », métaphorique, ne désigne pas un combat, mais souligne que l'efficacité de la reproduction résulte d'activités pacifiques variées : par exemple, d'une maturité sexuelle précoce, d'accouplements fréquents et d'une meilleure coopération qui permet aux parents de mieux élever les jeunes. La sélection naturelle est plus un principe d'adaptation au milieu qu'un principe de progrès.

Toutefois, malgré sa puissance, la sélection naturelle n'est pas la seule cause de l'évolution (dans de nombreux cas, elle est même supplantée par d'autres mécanismes). Ce point doit être souligné, car, selon une mauvaise interprétation de la théorie de la sélection naturelle, toute caractéristique, souvent spéculative, résulte d'une adaptation biologique au milieu d'origine ; or rien ne prouve que l'agressivité humaine favorise les chasseurs, ni que la musique et la religion renforcent la cohésion tribale. Darwin lui-même insista sur la multiplicité des causes d'évolution et mit en garde contre un recours excessif à la sélection naturelle, concluant l'introduction de *L'Origine des espèces* par cet avertissement :

> « Je suis convaincu que la sélection naturelle a été le mécanisme principal de l'évolution, mais pas le seul. »

Les écueils de la théorie de l'évolution

En effet, la sélection naturelle n'explique pas tous les changements évolutifs. D'une part, diverses causes peuvent agir sur l'organisation biologique, qu'on la considère à une échelle inférieure ou supérieure à celle qu'envisage Darwin (lequel se limite essentiellement à la lutte pour le succès reproductif). A l'échelle de la molécule, des substitutions de paires de bases, dans les doubles hélices d'ADN, sont souvent aléatoires et dépourvues d'effets. À une échelle supérieure, celle des espèces, voire des faunes, des groupes sont parfois sélectionnés lors des périodes d'équilibre, en fonction de leur taux d'apparition et d'extinction, tandis que, lors des périodes d'extinctions de masse, de nombreuses espèces disparaissent, alors qu'elles étaient bien adaptées avant le cataclysme.

D'autre part, et c'est le thème de cet article, quelle que soit la validité de la théorie générale de l'évolution, nous cherchons aussi à retracer et à comprendre les étapes de l'histoire de la vie. La théorie explique bien sûr l'histoire, sans quoi elle devrait être rejetée, et elle prévoit certaines caractéristiques historiques de la vie. Toutefois l'histoire de la vie reste insuffisamment expliquée par la théorie générale de l'évolution. Nous devons reconnaître que nous sous-estimons la complexité de notre monde : les événements sont si imbriqués, et embrouillés par des éléments chaotiques et aléatoires, ils sont si peu reproductibles, ils mettent en jeu tant d'éléments spécifiques, que les modèles standard de prévision ne s'appliquent pas.

L'explication de l'histoire est satisfaisante lorsque les conséquences d'une série d'événements sont évidentes, mais la prévision sera toujours imprécise. Le mathématicien et physicien français Pierre Simon de Laplace s'est fait le porte-parole du déterminisme lorsque ce dernier s'est développé, à la fin du XVIIIe siècle, et il a même prétendu qu'il pouvait prévoir le futur de l'Univers s'il connaissait la position et la vitesse de toutes les particules du cosmos, à un moment donné. La découverte de la complexité du monde physique a brisé ce rêve chimérique. L'histoire de la vie recèle trop de phénomènes chaotiques, extrêmement sensibles à d'infimes variations des conditions initiales et qui conduisent à des évolutions totalement divergentes. L'histoire est aussi beaucoup trop contingente, c'est-à-dire déterminée par de longues chaînes de phénomènes imprévisibles ; l'avenir n'est pas prévisible par quelques lois naturelles.

Homo sapiens n'est pas arrivé sur la Terre – au cours de la dernière seconde, à l'échelle des temps géologiques – en raison d'un progrès

biologique ou d'une augmentation de la complexité neuronale prévue par la théorie de l'évolution, mais plutôt parce qu'il était l'aboutissement contingent et fortuit de milliers d'événements interdépendants. Chacun d'eux aurait pu se produire différemment et mettre l'évolution sur un autre chemin où la conscience ne serait pas apparue. Examinons quatre voies possibles parmi une multitude auxquelles nous avons échappé.

Notre existence est le fruit du hasard

Premièrement si notre lignée, inconsciente et fragile, n'avait pas fait partie des rares survivants de l'extinction massive des animaux pluricellulaires, au Cambrien, il y a quelque 530 millions d'années, il n'y aurait pas de vertébrés sur la Terre aujourd'hui. Un seul membre de notre lignée des chordés, le genre *Pikaia,* a été retrouvé parmi les plus anciens fossiles. Notre lien de parenté avec cette petite et simple créature aquatique est attesté par sa notochorde, une épine dorsale rigide ; c'est l'un des fossiles les plus rares des schistes de Burgess, le site le mieux préservé de la faune cambrienne.

Deuxièmement, si un petit groupe de poissons à nageoires, sans avenir, n'avait pas acquis des arêtes ossifiées et une solide arête centrale, capable de supporter la masse de l'animal sur terre, alors les vertébrés n'auraient peut-être jamais quitté les eaux.

Troisièmement, si un volumineux météorite n'avait pas percuté la Terre il y a 65 millions d'années, les dinosaures seraient toujours l'espèce dominante et les mammifères seraient minoritaires (une situation qui a duré pendant 100 millions d'années).

Quatrièmement si, il y a deux ou trois millions d'années, une petite lignée de primates ne s'était pas redressée pour marcher dans la savane africaine qui s'asséchait, nos ancêtres auraient évolué vers une espèce de singes qui auraient ressemblé aux chimpanzés ou aux gorilles actuels, seraient devenus minoritaires et auraient probablement disparu malgré leur comportement élaboré.

Ainsi pour comprendre les événements et tendances générales de l'histoire de la vie, nous devons dépasser les principes de la théorie de l'évolution et examiner d'un point de vue paléontologique les structures contingentes de l'histoire de la vie, la seule version réelle qui se soit développée sur notre planète, parmi des millions d'autres possibilités. Cette conception de l'histoire de la vie est contraire aux modèles déterministes classiques de la science occidentale, ainsi qu'aux traditions

et à l'espoir de notre culture, qui voudrait que l'homme soit la plus haute expression de la vie et qu'il soit le maître de la planète.

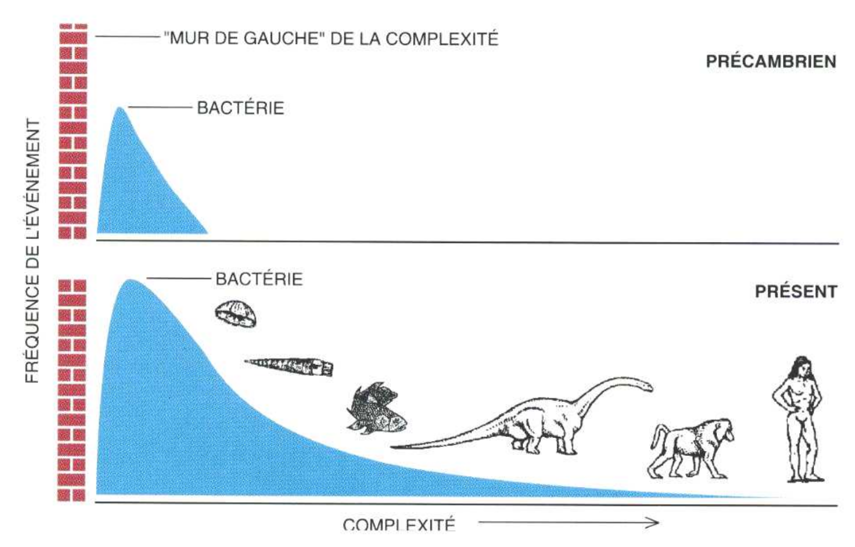
Les sciences s'appuient sur les faits de la nature, mais elles sont toutes engoncées dans un contexte social et, malgré leur volonté d'objectivité, les scientifiques ne sont pas toujours à l'abri des « convictions ». Darwin lui-même, dans la conclusion de *L'origine des espèces,* exprime plus son goût pour l'ordre social victorien que pour l'étude de la nature lorsqu'il écrit : « Comme la sélection naturelle travaille uniquement pour le bien de chaque être, chaque don, qu'il soit du corps ou de l'esprit, est un progrès vers la perfection. »

Parmi les directions prises par l'évolution, beaucoup sont probablement des conséquences des lois de la nature, mais cette définition est trop imprécise pour justifier rigoureusement les résultats spécifiques de l'évolution : pourquoi a-t-on abouti aux roses, aux champignons, ou aux êtres humains ? Les organismes sont soumis aux lois de la physique et doivent s'y adapter. Ainsi, il n'est guère surprenant, connaissant la loi de la gravitation, que les plus gros mammifères marins (les baleines) soient plus gros que les animaux terrestres les plus imposants (aujourd'hui les éléphants, naguère les dinosaures), lesquels sont à leur tour plus gros que les plus grands vertébrés qui aient jamais volé (les ptérosaures du Mésozoïque).

Les principes de la thermodynamique gouvernent les lois écologiques de l'organisation des communautés animales (par exemple, la biomasse des proies est supérieure à celle des prédateurs). Une fois qu'elles sont amorcées, les tendances évolutives peuvent être prédites localement. (C'est « une course aux armements », où les proies et les prédateurs renforcent simultanément leurs défenses et leurs moyens d'attaque ; c'est l'« escalade adaptative » qui se traduit par l'augmentation de la puissance des pinces des crabes et de la résistance des coquilles de leurs proies favorites, les gastéropodes.) Toutefois les lois de la nature n'expliquent pas pourquoi les crabes et les escargots existent, pourquoi les insectes dominent le monde des êtres pluricellulaires, ni pourquoi ce sont les vertébrés, et non des algues, qui représentent les formes de vie les plus élaborées sur Terre.

Trois observations paléontologiques battent en brèche notre conception classique de l'histoire de la vie, selon laquelle, au cours de l'évolution, la complexité des organismes a augmenté progressivement et de façon prédictible.

Ces observations, autour desquelles cet article est structuré, sont : la complexité moyenne est restée constante tout au long de l'histoire de la vie ; certains événements importants se sont concentrés sur des périodes très courtes, séparées par de longues accalmies relatives ; les extinctions de masse et d'autres phénomènes dus à des événements extérieurs au vivant ont notablement perturbé l'organisation acquise au cours des temps « normaux ». Ces trois observations, ainsi que la reconnaissance du chaos et de la contingence, imposent la découverte d'un nouveau système théorique pour interpréter et décrire l'histoire de la vie. Nous examinerons quelques propositions pour une nouvelle vision de l'évolution.



2. Le progrès ne gouverne pas l'évolution (il n'en est pas même un des principaux acteurs). En raison de contraintes à la fois chimiques et physiques, la vie est apparue près du «mur de gauche» sous sa forme la plus élémentaire. Il s'agissait des bactéries, la forme de vie qui est restée la plus répandue. Quelques créatures se sont déplacées vers la droite, déformant la courbe de la complexité. Quelques-unes se sont déplacées vers la gauche, mais l'espace était déjà occupé. Simultanément la complexité des bactéries n'a pas changé, mais leur importance relative a augmenté.

Le succès adaptatif des bactéries

Les études paléontologiques des débuts du Globe révèlent que l'apparition de la vie est devenue probable, mais n'expliquent pas son évolution après son apparition. La Terre a 4,6 milliards d'années, mais les

plus vieilles roches connues ont seulement 3,9 milliards d'années, car, au début de son histoire, la Terre était fondue : de nombreux débris cosmiques la bombardèrent durant la constitution du Système solaire et les isotopes radioactifs à courte durée de vie libérèrent beaucoup de chaleur. Les roches de cette époque ont subi trop de réchauffements et de compressions pour avoir conservé la trace de fossiles (bien que certains géologues pensent que les proportions particulières des isotopes du carbone, dans ces roches, témoignent d'une production de matière organique). Les roches les plus vieilles qui ont été suffisamment préservées des altérations postérieures pour avoir conservé des fossiles cellulaires sont des sédiments australiens et africains datant de 3,5 milliards d'années. Elles contiennent des cellules procaryotes (des bactéries et des cyanophycées) et des stromatolites (des tapis de sédiments piégés et soudés par ces cellules dans les eaux marines peu profondes). Ainsi la vie est apparue très vite sur la Terre, aussi vite que possible : la vie était inéluctable ou, du moins, prévisible, à partir des constituants chimiques présents dans l'atmosphère et dans l'océan originels.

À l'évidence, les créatures plus complexes sont apparues successivement à partir de ces cellules procaryotes. D'abord les premières cellules eucaryotes semblent nées voici deux milliards d'années, et les premiers animaux pluricellulaires il y a 600 millions d'années ; puis la complexité a augmenté, des invertébrés aux vertébrés marins et, finalement (nous ne sommes pas à l'abri de tout esprit de chapelle et considérons que la complexification du système nerveux reste un critère de choix), des vertébrés marins aux reptiles, aux mammifères et aux êtres humains. Telle est la séquence familière des anciennes classifications, l'» ère des invertébrés » étant suivie de l'» ère des poissons », de l'» ère des reptiles », de l'» ère des mammifères » et, enfin, de l'» ère de l'homme ».

Je ne nie pas les faits exposés précédemment, mais je souhaite souligner combien notre désir classique de voir une progression dans l'évolution et de placer les hommes dans une position naturellement dominante a faussé nos interprétations : ce faisant, nous avons considéré comme essentiel un phénomène mineur qui n'a été qu'une conséquence secondaire d'un point de départ déterminé par les lois physiques. La caractéristique la plus évidente de la vie a été la stabilité des bactéries, depuis l'apparition des premiers fossiles jusqu'à nos jours, et sans doute jusqu'à la fin de la Terre. L'ère des bactéries a été, est et sera.

Pour des raisons liées à la chimie de l'origine de la vie et à la physique de l'auto-organisation, les premières « choses » vivantes sont apparues à

la limite inférieure de la complexité, la complexité la plus élémentaire. Appelons cette limite inférieure le « mur de gauche » de l'édifice de la complexité. Il y a si peu de distance entre ce mur de gauche et la complexité des premières bactéries fossiles, que la seule évolution possible se situe vers la droite, vers une complexité croissante. Ainsi, de temps en temps, une créature évolue et augmente la diversité des formes de vie dans l'unique direction possible. En termes plus techniques, la courbe de la complexité s'élargit vers la droite, lors de l'apparition occasionnelle de ces formes nouvelles.

Toutefois, les apparitions de formes nouvelles sont rares et épisodiques. Elles ne constituent même pas une série évolutive, mais une suite hétéroclite de taxons assez différents, généralement décrits comme les cellules eucaryotes, les méduses, les trilobites, les nautiloïdes, les euryptéridés (des cousins des limules ou crabes des Moluques), les poissons, les amphibiens comme l'*Eryops,* qui, le premier sortit des eaux, les dinosaures, les mammifères, et les êtres humains. Toutefois cette séquence ne peut être considérée comme la principale tendance de l'évolution ; on peut seulement observer que des créatures sont occasionnellement venues occuper les régions vides de l'espace de la complexité. Depuis toujours, les bactéries ont gagné du terrain, sans que leur complexité augmente [C'est faux : il y a eu aussi un processus de complexification chez les unicellulaires par l'acquisition de systèmes fonctionnels différenciés] : elles représentent le plus grand succès de l'histoire de la vie ; elles occupent les biotopes les plus divers, et leur biochimie est plus variée que celle des autres espèces. Elles ont de remarquables capacités d'adaptation, elles sont indestructibles et incroyablement diversifiées. Nous n'imaginons pas que l'intervention humaine puisse les menacer, alors même que nous nous préoccupons des risques que nous faisons courir aux autres formes de vie. Le nombre de bactéries *Escherichia coli* vivant dans les intestins d'un être humain est supérieur au nombre total des hommes qui ont jamais vécu sur la Terre.

En admettant que la complexification des formes de vie représente une pseudo-tendance, due à la contrainte imposée par la présence du mur de gauche, on pourrait penser que l'évolution d'un groupe suffisamment éloigné de ce mur pourrait se faire dans les deux directions. Cette hypothèse commence tout juste à être testée (parce que les paléontologues commencent à s'intéresser à cette question), mais nous n'avons pas encore assez d'exemples pour en déduire une loi générale. Les deux premières études, celle de Daniel McShea, de l'Université du Michigan, sur les mammifères vertébrés, et celle de George Boyajian, de

l'Université de Pennsylvanie, sur les lignes de suture des ammonites, semblent infirmer l'évolution vers une augmentation de la complexité.

De plus, l'évolution préférentielle vers la complexité semble *a priori* improbable, car, à chaque forme de vie plus complexe correspond une forme plus simple tout aussi adaptée (chez les parasites, par exemple). Notre conviction que la vie évolue vers des formes de plus en plus complexes est un biais égocentrique, une attention exagérée portée aux créatures complexes et une méconnaissance des lignées qui s'adaptent en tendant vers la simplification. Les parasites dégénérés morphologiquement, bien à l'abri dans les entrailles de leurs hôtes, ont autant d'avenir évolutif que leurs superbes cousins, « aux prises avec les traits dont les meurtrit l'outrageuse fortune » (*Hamlet*, Shakespeare), dans le monde extérieur, sans pitié.

Même si la complexité n'est qu'une dérive vers la droite à partir du mur de gauche, nous pourrions considérer que des évolutions vers la droite sont plus prévisibles et plus caractéristiques de l'histoire de la vie si la complexité avait augmenté régulièrement au cours du temps. Or les fossiles révèlent de longues périodes de stabilité entrecoupées de bouleversements épisodiques qui contredisent cette hypothèse courante (et fausse) de l'augmentation régulière de la complexité.

Les tirages au sort de l'évolution

La vie est restée unicellulaire pendant les cinq premiers sixièmes de son histoire, c'est-à-dire depuis les premiers fossiles, datant de 3,5 milliards d'années, jusqu'aux premiers animaux pluricellulaires, datant de 600 millions d'années (quelques algues pluricellulaires sont apparues il y a plus d'un milliard d'années, mais ces organismes appartiennent au monde végétal et n'ont pas de lien généalogique avec les animaux).

Cette longue période de vie unicellulaire inclut, bien sûr, la transition des cellules procaryotes simples, dépourvues d'organites, aux cellules eucaryotes qui contiennent un noyau, des mitochondries et une architecture intracellulaire complexe, mais, pendant trois milliards d'années, on n'a aucune preuve de l'apparition d'une organisation pluricellulaire animale. Si la complexité était si favorable, et si la pluricellularité est bien sa première manifestation, force est de constater que la vie a pris son temps pour franchir ce pas décisif.

Un tel retard semble indiquer que le progrès n'est pas un thème favori de l'histoire de l'évolution de la vie, même si l'on trouve des arguments pour expliquer que la période a été si longue : par exemple, l'atmosphère

n'était pas assez riche en oxygène pendant la majeure partie du Précambrien où les micro-organismes unicellulaires ont été incapables d'acquérir les premiers éléments de structure nécessaires à la vie pluricellulaire.

[Voilà un autre argument fantastique : la complexité aurait du être « favorable », donc apparaître plus tôt ; puisque l'évolution est « en retard », c'est donc bien que cette tendance n'existe pas. Gould empile des hypothèses sur des suppositions et dénonce le caractère branlant de l'échafaudage qu'il a lui-même construit ! Quel talent !!!]

Curieusement, les principaux changements dans l'organisation des êtres pluricellulaires se sont ensuite produits durant une période de temps courte, qui a commencé il y a moins de 600 millions d'années et qui s'est achevée il y a environ 530 millions d'années. Ces étapes ont également été discontinues, et, là encore, on ne décèle aucun signe d'accumulation graduelle des caractères complexes. La première faune, la faune d'Édiacara (du lieu-dit australien où elle fut découverte), est présente sur tous les continents ; les organismes de cette faune sont constitués de frondes aplaties, de sortes de feuillets et de cercles hérissés de petits filaments.

La nature de la faune édiacarienne est un sujet de discussions acharnées, car ses membres ne semblent pas être de simples précurseurs des formes de vie postérieures. Elle pourrait être un groupe qui n'a pas survécu, ou encore le résultat d'une organisation diploblastique (à deux couches de cellules germinales) dont les cnidaires modernes, proches des coraux et des méduses, seraient une descendance limitée et très modifiée.

Quoi qu'il en soit, la faune d'Édiacara a disparu bien avant que la faune du Cambrien ne se développe. Tout au début, cette dernière est caractérisée par des assemblages de pièces très difficiles à interpréter, que l'on nomme la faune à petite coquille. Puis il y a environ 530 millions d'années, eut lieu l'« explosion du Cambrien », où tous les embranchements modernes de la vie animale, sauf un, sont apparus. Les géologues pensaient que cette période avait duré 40 millions d'années, mais une étude, publiée en 1993, a ramené la durée de cette prolifération à cinq millions d'années. Les bryozoaires, un groupe d'animaux marins sessiles (directement attachés à leur support), ne semblent pas être apparus avant le début de la période ordovicienne, qui a suivi le Cambrien, mais cette apparition tardive n'est peut-être qu'un artefact : les fossiles de bryozoaires datant du Cambrien nous ont peut-être échappé…

L’explosion décisive du Cambrien

Bien que des événements prodigieux se soient produits depuis le Cambrien, comme la multiplication des dinosaures ou l’apparition de la conscience humaine, je n’exagère pas beaucoup en observant que tous les développements ultérieurs de la vie animale n’ont été que de petites variations sur les thèmes anatomiques façonnés par les cinq millions d’années de cette explosion de la vie. Trois milliards d’années de vie unicellulaire, cinq millions d’années d’une créativité intense, le tout couronné par plus de 500 millions d’années de variations sur des thèmes anatomiques donnés, peuvent difficilement être interprétés comme une tendance prévisible, inexorable ou continue vers le progrès ou vers une augmentation de la complexité.

Nous ignorons pourquoi l’explosion du Cambrien a façonné si rapidement les principales formes anatomiques. Une explication fondée sur l’écologie du milieu semble attrayante : l’explosion du Cambrien correspondrait à la première colonisation complète de toutes les «niches écologiques» disponibles pour les organismes pluricellulaires, et qui n’auraient cessé d’être occupées depuis ; les extinctions de masse elles-mêmes ont épargné quelques espèces de chaque catégorie, lesquelles, n’ayant pas quitté leur environnement, n’ont pas innové.

Cependant cette explication « externe » (à la vie) semble devoir être complétée par une explication interne fondée sur la génétique et sur le développement : la flexibilité génétique et embryonnaire des animaux pluricellulaires les plus primitifs a disparu, et les organismes se sont « verrouillés » en structures stables et viables.

Dans tous les cas, cette période initiale de flexibilité interne et externe a conduit à un nombre de formes invertébrées qui a dépassé (durant les quelques millions d’années de leur production) le nombre total de toutes les formes animales qui existent aujourd’hui sur la Terre (plus de 500 millions d’années s’étant encore écoulées qui auraient pu aboutir à de nouvelles formes évolutives). Les scientifiques sont partagés sur ce point. Certains soutiennent que la variété anatomique, après cette explosion initiale, était supérieure à celle d’aujourd’hui, parce que de nombreuses formes ont disparu et qu’aucun nouveau groupe n’est jamais réapparu. D’autres, de l’avis contraire, admettent toutefois que la diversité de l’explosion initiale a dépassé celle de la faune moderne, car de nombreux phylums « expérimentaux » se sont éteints depuis lors. Au contraire beaucoup estiment que la diversité du Cambrien était voisine de celle d’aujourd’hui : selon les plus prudents, 500 millions d’années

supplémentaires n'ont pas contribué à augmenter la diversité étonnante des formes de vie du Cambrien, le plus remarquable des événements de l'histoire de l'évolution de la vie, qui n'aura duré que cinq millions d'années.

Nous ignorons pourquoi la plupart des expériences primitives ont échoué, alors qu'un petit nombre a abouti aux lignées modernes que nous connaissons. Les survivants ont-ils triomphé grâce à leur complexité anatomique supérieure, à leur meilleure adaptation à l'environnement ou à d'autres caractéristiques contribuant à l'adaptation darwinienne ? Il serait tentant de le croire, mais les vainqueurs n'ont aucun trait commun, et l'on doit se convaincre que chaque forme primitive n'a reçu guère plus qu'un simple numéro dans la plus grande loterie jamais tirée sur notre planète et que chaque lignée survivante, dont la nôtre, le phylum des vertébrés, doit la vie au hasard du tirage plus qu'à des adaptations particulières. L'histoire de la vie pluricellulaire se résume plus à une réduction drastique des possibilités originelles, suivie d'une stabilisation des survivants, qu'à une expansion écologique régulière, associée à une complexification de la morphologie.

Ce type d'évolution, fondé sur de longues périodes calmes entrecoupées de changements rapides et brutaux d'où naissent de nouveaux équilibres, pourrait être identique à différentes échelles de temps et avec des amplitudes différentes : l'évolution des espèces aurait une structure fractale, c'est-à-dire identique quelle que soit l'échelle à laquelle on observe le phénomène. Les espèces évoluent par suite de l'accumulation d'épisodes de différenciations instantanées à l'échelle des temps géologiques plutôt que par des modifications progressives à l'intérieur d'une population continue (elles évoluent comme si elles montaient les marches d'un escalier plutôt que comme si elles roulaient sur un plan incliné).

Même si la théorie de l'évolution stipule que les formes de vie ont évolué dans une direction privilégiée (bien que les faits rapportés dans cet article jettent le doute sur une telle affirmation), des changements brusques, voire catastrophiques, de l'environnement ont certainement perturbé cette tendance. Ces bouleversements ont été responsables d'extinctions massives d'une proportion notable d'espèces et ont peut-être dévié l'évolution de son chemin, de sorte que la vie semble plutôt être une suite d'accidents capricieux qu'une évolution continue. Les extinctions massives sont connues depuis le début de la paléontologie, et les principales divisions de l'échelle des temps géologiques se fondent sur ces limites naturelles.

Cependant, jusqu'à la fin des années 1970, la plupart des paléontologues considéraient les extinctions de masse comme de simples amplifications d'événements ordinaires renforçant, tout au plus, les tendances dominantes. Dans cette théorie gradualiste des extinctions de masse, ces événements se seraient déroulés sur quelques millions d'années (l'illusion de la soudaineté résulterait de l'imperfection de la datation des fossiles), et ils auraient seulement précipité les événements ordinaires (une compétition darwinienne plus intense dans les temps difficiles a, par exemple, conduit à une sélection encore plus rigoureuse et rapide des formes les mieux adaptées).

Les extinctions de masse

En 1979, Luis et Walter Alvarez ont présenté des résultats qui ont conféré aux extinctions de masse une portée tout à fait nouvelle : ils ont montré que la collision d'un objet extraterrestre (peut-être un planétoïde de sept à dix kilomètres de diamètre) a vraisemblablement été responsable de la dernière grande extinction, à la limite du Crétacé et du Tertiaire, il y a 65 millions d'années. Quoique cette hypothèse ait d'abord été reçue avec scepticisme par les scientifiques (une réaction classique aux explications nouvelles), quelques preuves ont été amassées, notamment avec la découverte, dans la péninsule du Yucatàn, au Mexique, d'un cratère qui pourrait avoir été laissé par l'impact météoritique.

Ce regain d'intérêt pour les extinctions massives a conduit les paléontologues à réexaminer les données avec plus de précision. Ainsi, pendant ses 530 millions d'années d'existence, la vie pluricellulaire a connu cinq extinctions notables (à la fin de l'Ordovicien, du Dévonien, du Permien, du Trias et du Crétacé) et de nombreuses extinctions de moindre envergure.

Nous n'avons pas de preuves incontestables que ces extinctions ont été déclenchées par des impacts catastrophiques, mais l'analyse détaillée de toutes les données a montré que les extinctions de masse ont été plus fréquentes, plus rapides, de plus grande envergure et de conséquences plus variées que les paléontologues ne l'admettaient jusqu'à présent.

Ces quatre propriétés des extinctions de masse soulignent leur importance lorsque l'on cherche à comprendre l'évolution de la vie comme un ballottement au gré de contraintes extérieures et de hasards plutôt que comme une évolution prévisible dans une direction particulière.

Les extinctions de masse ne frappent pas le vivant n'importe comment : certaines espèces ont survécu, d'autres ont disparu selon qu'elles possédaient ou non certains caractères évolués. Quand les catastrophes se sont déclenchées brusquement, le verdict de vie ou de mort ne dépendait pas des atouts que possédaient les espèces dans leur compétition darwinienne, lors des périodes normales. En raison de ce bouleversement des règles du jeu, les espèces sont incapables de s'adapter à des changements drastiques, ce qui donne un aspect chaotique à l'évolution de la vie.

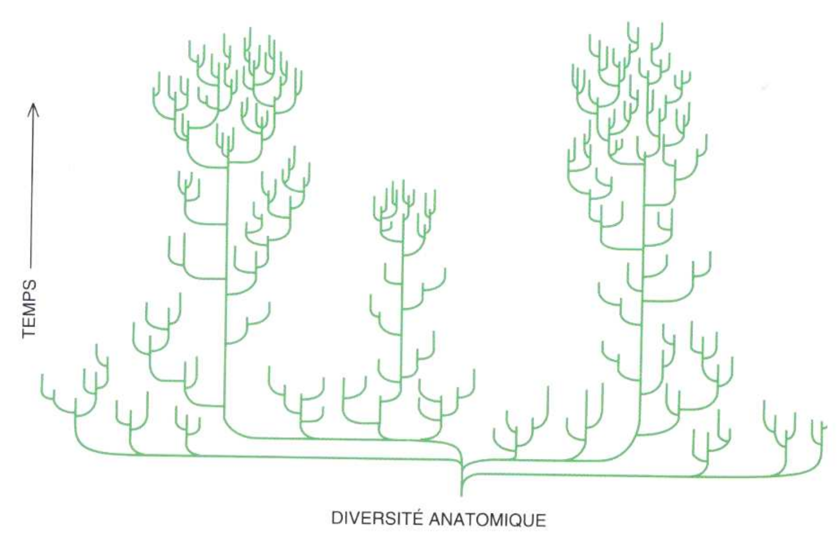
Examinons l'évolution de deux groupes, lors de l'extinction de la limite Crétacé-Tertiaire, déclenchée par l'impact d'un astéroïde sur la Terre, il y a 65 millions d'années. Premièrement, d'après une étude publiée en 1986, les diatomées ont bien mieux résisté que d'autres planctons unicellulaires (notamment les coccolithes et les radiolaires).

Avant la limite Crétacé-Tertiaire, de nombreuses diatomées étaient capables d'entrer en dormance par enkystement, vraisemblablement pour résister aux conditions défavorables, aux mois d'obscurité polaire qui auraient été fatals à ces cellules dont le métabolisme est fondé sur la photosynthèse, ou encore à la disponibilité sporadique de la silice nécessaire à la croissance de leur squelette.

Les autres cellules planctoniques ne présentaient pas ces mécanismes de dormance. Si l'impact de la fin du Crétacé a soulevé un nuage de poussière tel qu'il a bloqué la pénétration de la lumière solaire dans l'atmosphère pendant plusieurs mois (un des scénarios envisagés), les diatomées ont profité de leurs capacités de dormance, acquises dans un contexte totalement différent. Les diatomées ne sont pourtant pas supérieures aux radiolaires ou aux autres planctons qui ont péri en grand nombre ; elles ont simplement eu la chance de disposer des caractéristiques favorables qui les ont protégées des conséquences de l'impact.

Deuxièmement, nous savons que les dinosaures ont disparu à la fin du Crétacé et que les mammifères ont alors commencé à dominer le monde des vertébrés. On admet généralement que les mammifères l'emportèrent sur les dinosaures, dans ces temps difficiles, parce qu'ils leurs étaient supérieurs. C'est très peu probable : les mammifères ont cohabité avec les dinosaures pendant 100 millions d'années, mais les plus gros sont restés de la taille d'un rat, et aucun signe évolutif n'indique qu'ils auraient pu supplanter les dinosaures. Aucun argument convaincant n'a pu être avancé qui justifierait la supériorité des mammifères, et le hasard semble avoir été le seul à intervenir.

La survie des mammifères aurait résulté de leur petite taille (comme ils étaient nombreux et qu'ils avaient moins de contraintes écologiques, ils auraient mieux résisté aux extinctions). La petite taille n'était peut-être pas un signe d'adaptation des mammifères, mais au contraire la preuve de leur incapacité à dominer les dinosaures. Ainsi une faiblesse manifestée au cours des époques ordinaires aurait-elle été une condition de la survie de ces espèces, une condition nécessaire et suffisante pour que je puisse écrire cet article et pour que vous puissiez le lire aujourd'hui.



3. Une nouvelle représentation des arbres phylogénétiques montre que la diversité des formes anatomiques (et non du nombre des espèces) a été maximale tout au début de l'histoire de la vie pluricellulaire. Puis la plupart de ces expériences initiales se sont éteintes, et les lignées survivantes ont connu un succès évolutif considérable, c'est-à-dire qu'elles ont proliféré, mais il n'y a pas eu apparition de nouvelles anatomies. Aujourd'hui le nombre des espèces est supérieur à celui des temps géologiques passés, bien que le nombre des patrons anatomiques différents ait diminué.

L'homme, un accident de l'évolution

Selon Sigmund Freud, les grandes découvertes scientifiques ont un point commun amusant : à chaque fois, elles entament un peu plus la conviction que l'homme a de sa supériorité et le font progressivement descendre de son piédestal. Ainsi Copernic nous éloigna du centre du monde, Darwin nous ramena au rang des animaux, et enfin (dans l'une des étapes les plus brillantes de l'histoire intellectuelle), Freud lui-même

découvrit l'inconscient et détruisit le mythe d'une pensée totalement rationnelle.

Dans ce sens, la révolution darwinienne demeure incomplète : si l'esprit humain accepte la théorie de l'évolution, nous n'abandonnons pas l'idée que l'évolution repose sur le progrès, lequel aboutit inéluctablement à la conscience humaine. Le piédestal ne sera pas renversé tant que nous n'aurons pas abandonné l'idée de progrès et de complexification, et que nous ne considérerons pas *Homo sapiens* comme un fétu de paille tardif dans le buisson touffu des formes de la vie, comme une minuscule ramification qui n'apparaîtrait certainement pas une seconde fois si nous replantions la graine du buisson et si nous le laissions repousser.

Parce que, comme tous les primates, nous sommes des animaux qui aiment les images, aussi nos dessins trahissent nos convictions les plus profondes et révèlent nos limitations conceptuelles. Les artistes ont souvent peint l'histoire de la vie fossile sous la forme d'une série où les invertébrés seraient devenus les poissons, puis les amphibiens terrestres et les reptiles, les mammifères et enfin les hommes. Toutes les séquences évolutives peintes depuis les années 1850, suivent cette convention.

Toutefois, les *a priori* sur cet ordre universel sont absurdes. Aucune scène ne représente plus les invertébrés après l'apparition des poissons, comme s'ils avaient tout simplement disparu ou cessé d'évoluer ! Après l'arrivée des reptiles sur la terre ferme, les poissons sont gommés des représentations ultérieures (certains tableaux d'animaux marins montrent seulement quelques reptiles, comme l'ichthyosaure ou le plésiosaure, qui retournent à la mer).

Là encore, les poissons n'ont pas cessé d'évoluer quand une petite branche a commencé à coloniser la terre ferme. En fait, l'événement essentiel de l'évolution des poissons, l'origine et la domination des téléostéens, ou poissons modernes à arêtes, se produisit à l'époque des dinosaures et, par conséquent, n'apparaît jamais dans les représentations des schémas évolutifs (même si plus de la moitié des espèces de vertébrés descendent des téléostéens). Pourquoi les hommes devraient-ils apparaître systématiquement à la fin de toutes les séquences évolutives ? Notre ordre des primates est ancien parmi les mammifères, et de nombreuses lignées viables sont apparues après la nôtre.

Nous ne renverserons notre piédestal et nous n'achèverons la révolution de Darwin que le jour où nous aurons imaginé une nouvelle description de l'histoire de la vie. J. Haldane déclarait la nature « plus étrange que nous ne l'imaginons », mais nos œillères nous sont plus

imposées par l'ordre social que par une incapacité de notre cerveau. Ces verrous sauteront. Pour sortir de ces ornières conceptuelles, il nous faudra considérer la vie comme des arbres ou plutôt comme des buissons luxuriants, couverts de branches, plutôt que comme des échelles et des suites régulières d'événements évolutifs.

Nous devons rechercher toutes les variations possibles, pas seulement celles qui sont compatibles avec notre perception étriquée des créatures complexes. Nous devons admettre que cet arbre a eu d'innombrables branches au début de la vie pluricellulaire et que l'histoire ultérieure fut essentiellement celle d'un élagage, où n'ont été épargnées que quelques branches, plutôt qu'un développement continu d'une multitude foisonnante.

Nous devons comprendre que les petites brindilles sont fragiles et que le buisson qui les porte ne s'en préoccupe guère. Souvenons-nous du plus important de tous les commandements bibliques à propos de la sagesse :

> « C'est un arbre de vie pour ceux qui la possèdent ; et heureux celui qui la retient ».

Stephen Jay Gould,
Professeur de biologie et d'histoire des sciences à l'université de Harvard.

Traduction française de :
Stephen Jay Gould, "The Evolution of Life on Earth", *Scientific American*, october 1994.



Jean-Claude Oliva

Entretien avec Stephen Jay Gould

Regards, 1er octobre 1997

Pour le célèbre paléontologue américain Stephen Jay Gould, l'un des théoriciens actuels de l'évolution, l'histoire de la vie se caractérise par la diversité plutôt que par un accroissement de la complexité ou par le progrès. Pour lui, nous vivons encore à " l'ère des bactéries ", l'organisme qui a le mieux réussi dans la vie. Entre les bactéries et l'Homme, il n'y a pas de complexité moyenne, il n'y a que la diversité. Cent cinquante ans après la parution de l'Origine des espèces, l'évolutionniste d'aujourd'hui poursuit avec Charles Darwin un dialogue fécond et sans dogmatisme. Si l'évolution des espèces est de nos jours généralement admise, les mécanismes de ce processus sont le sujet de bien des débats. Tout en reconnaissant un rôle primordial à la sélection naturelle, Stephen Jay Gould introduit notamment la notion de contingence et plaide pour la pluralité des mécanismes à l'oeuvre. Enfin, le scientifique engagé dans le combat contre les injustices sociales et le racisme donne son point de vue sur la résurgence des thèses héréditaristes et sur l'eugénisme.

Regards : Dans votre dernier ouvrage paru en France *L'Éventail du vivant* (éditions du Seuil, 1997), vous parlez du « triomphe » des bactéries. Pourquoi souligner le succès d'un organisme aussi simple et inchangé depuis la nuit des temps ?

Stephen Jay Gould : Les bactéries n'ont pas beaucoup changé car elles ont très bien réussi. Elles marchent très bien comme elles sont, pourquoi changer ? C'est la mesure de leur succès. Pour les paléontologues, la réussite dans l'histoire de la vie se mesure à la durée pendant les temps géologiques, au nombre d'espèces, aux milieux différents dans lesquels un organisme peut vivre. Par tous ces critères, les bactéries sont les reines de la vie ! Elles ont vécu pendant trois milliards et demi d'années, elles sont plus diversifiées biochimiquement que toutes les autres formes de vie. Sur un arbre phylogénétique de la vie, tous les animaux constituent une branche, les champignons une autre branche, les plantes une autre encore, mais tout le reste c'est les bactéries ! L'histoire de la vie, c'est l'histoire des bactéries. Il existe beaucoup d'animaux, de champignons et de plantes mais il s'agit de petits rameaux dans l'arbre de la vie. Les bactéries sont partout. Elles sont impossibles à éliminer. Avec un holocauste nucléaire, nous pourrions nous détruire ainsi que la plupart des espèces de mammifères (au nombre de 4 000 seulement), de vertébrés (40 000), d'insectes (de l'ordre du million, il s'agit des

animaux les plus réussis), mais les bactéries seront dominantes jusqu'à la fin du soleil et du monde.

R. : N'est-ce pas paradoxal pour un évolutionniste de mettre l'accent sur la conservation plutôt que sur le changement ?

S. J. G. : Non, c'est votre préjugé sur le sens de l'évolution… Si vous définissez l'évolution comme la croissance de la complexité, bien sûr. Mais cette définition ne correspond pas à la réalité…

R. : Vous soutenez qu'il n'y a pas de tendance générale dans l'histoire de la vie vers plus de complexité. Mais vous ne donnez pas de définition de la complexité…

S. J. G. : Une étude scientifique nécessite une définition précise qui peut donner lieu à des mesures. Pour la complexité, il y a plusieurs définitions: le nombre de parties différentes, l'intégration des parties, la complexité de forme de chaque partie. Au travers de ces définitions un peu différentes, nous avons en tête la même idée: il y a des choses simples qui n'ont pas beaucoup de parties et on va vers des choses plus complexes… Notre objectif, pour étudier ce sujet de façon scientifique, c'est de préciser ce que l'on veut dire par complexité.

R. : Vous semblez considérer qu'on ne peut pas résoudre ce problème de plus ou moins de complexité d'une façon générale, et vous prenez appui sur des exemples locaux mais peut-on en tirer des conclusions générales?

S. J. G. : J'utilise les concepts qui existent dans la littérature scientifique et des études quantitatives, encore peu nombreuses, à ce sujet. J'ai discuté, par exemple, les travaux de Dan McShea sur la complexité à travers les temps géologiques des mammifères et aussi de Boyajian sur les ammonites et, dans les deux cas, il n'y a pas de tendance générale vers la complexité. Chacune de ces études fait appel à une définition de la complexité. Mais le problème est réel: il n'y a pas une définition que tout le monde accepte.

R. : A l'échelle du vivant dans son ensemble et des temps géologiques, vous expliquez que l'évolution est un phénomène marginal. Nous serions toujours à « l'ère des bactéries ». Nous ne sommes pas le nombril du monde, vous en rajoutez certes, mais ce n'est pas vraiment une découverte…

S. J. G. : Ce n'est pas une découverte mais c'est un fait que la plupart des gens ne veulent pas accepter car il va à l'encontre de nos espoirs et de nos traditions culturelles. C'est une implication du darwinisme: la théorie de la sélection naturelle n'est pas une théorie du progrès mais de l'adaptation au milieu local qui peut faire un organisme plus simple ou plus complexe.

R. : Vous ne croyez pas que cette vision que vous proposez de la place de l'Homme dans la nature est profondément démoralisante? D'accord, l'apparition de l'Homme est un phénomène improbable, sans doute unique, et non reproductible. Mais nous sommes là, nous voyons, nous appréhendons le réel à notre mesure, à partir de nous. Autrement dit, la vie est peut-être quantitativement insignifiante à l'échelle de l'univers, mais, pour nous, c'est hautement signifiant, c'est même la seule chose qui nous intéresse.

S. J. G. : Non, ma vision n'est pas désespérante. C'est l'inverse. On peut dire que nous sommes ici en partie par hasard. Si l'on redéroulait le fil de l'histoire de la vie, la probabilité d'apparition de l'Homme serait vraiment très, très faible. Mais nous sommes ici, c'est magnifique, nous avons vaincu les probabilités! C'est un accident, mais nous sommes ici. Il faut faire le meilleur. Pour moi, c'est l'espoir, c'est une grande gloire cosmique (rires). C'est mon tempérament optimiste sans doute. Mais, même en supposant que la vie aille vers plus de complexité, les pessimistes resteraient pessimistes et diraient sans doute: nous sommes ici, c'était nécessaire et regardez, nous faisons des guerres, nous détruisons l'environnement… Je préfère l'optimisme. C'est un accident si nous sommes ici et c'est magnifique!

R. : Vous critiquez une conception du monde dont vous attribuez l'origine à Platon qui privilégie l'essence, la tendance générale, la valeur moyenne sensée représenter un certain idéal. Le réel, la vie en particulier, ne s'appréhende que dans la diversité?

S. J. G. : Pour un paléontologue, la diversité, c'est à la fois le nombre d'espèces différentes et la diversité de leurs anatomies. S'il y avait seulement un million d'espèces d'insectes et rien de plus, il y aurait moins de diversité qu'avec deux millions d'espèces et des insectes, des plantes, des champignons, des bactéries, etc. C'est le nombre d'espèces car chaque espèce est une population séparée, une entité biologique. La moyenne ne veut rien dire. Qu'est-ce que la complexité moyenne de la vie quand nous avons des bactéries, des insectes et des hommes? Il n'y a que la diversité de la vie. L'histoire de la vie, c'est « l'éventail du vivant » (en anglais *the full house*, la maison pleine, un terme du jeu de poker). Il vaut mieux traiter l'histoire de la vie comme l'histoire de sa diversité qui croît – pas toujours car il y a aussi de grandes extinctions – qui croît donc et qui baisse. Le sens de la vie, c'est la diversité, pas la complexité.

R. : Si l'on considère les mécanismes de l'évolution, il y a la sélection naturelle dont vous avez contribué à relativiser l'importance et puis il y a beaucoup d'autres mécanismes, voire autant de mécanismes que d'espèces. Là aussi, on pourrait dire, il n'y a pas de règle générale si ce n'est la diversité ?

S. J. G. : La sélection naturelle est le mécanisme principal. Mais je ne pense pas qu'elle opère uniquement au niveau de l'organisme et du gène. Darwin a voulu faire passer la sélection naturelle uniquement au niveau de l'organisme et à l'heure actuelle les « hyper-darwinistes » comme Richard Dawkins postulent pour que la sélection s'exerce seulement au niveau du gène. Je pense, pour ma part, qu'il y a sélection entre les espèces, les groupes: tous les niveaux sont importants. Et il y a aussi d'autres mécanismes. Comme la réponse au hasard lors des épisodes d'extinctions massives: les adaptations causées par la sélection naturelle en période « normale » ne servent à rien quand un astéroïde plonge sur la Terre. On vit ou on meurt par hasard car les adaptations ont eu lieu pour d'autres raisons. Il y a beaucoup de mécanismes mais le plus important est la sélection naturelle: à cet égard, je me situe tout à fait dans la tradition darwinienne.

R. : D'une façon sommaire, on peut distinguer chez Darwin deux volets. L'affirmation de l'évolution, de changements des espèces, une position que Darwin n'était pas le seul à défendre, qui n'allait pas de soi au XIXe siècle et qui,

aujourd'hui, est généralement admise. L'autre volet, votre champ de recherche, c'est les mécanismes par lesquels s'opère cette évolution.

S. J. G. : Cette distinction est absolument nécessaire. Darwin a écrit dans *La Descendance de l'homme* et dans d'autres ouvrages, qu'il tentait de faire deux choses très différentes. La première consistait à démontrer le fait de l'évolution et la deuxième à en trouver une explication. Tout le monde accepte l'évolution des espèces –sauf les créationnistes américains! – mais il y a des débats très intéressants au sujet des mécanismes.

R. : Par exemple, comment expliquer la disparition des dinosaures, et la survie des mammifères lors de la dernière grande extinction?

S. J. G. : Il est maintenant pratiquement prouvé qu'une grande météorite ou astéroïde a frappé la Terre. Car non seulement les dinosaures sont morts mais à peu près 50% des espèces d'invertébrés marins ont disparu aussi il y a 65 millions d'années; c'était une extinction générale, une des cinq grandes extinctions qui se sont déroulées pendant les 500 millions d'années qu'ont vécues les animaux multicellulaires. Pour autant, cette frappe d'astéroïde n'explique pas le mécanisme en détails. Quels en ont été les effets? Un nuage de poussières qui a plongé la Terre dans l'obscurité, des mouvements océaniques, des feux de forêts mondiaux? Ces possibilités offrent des sujets pour de grandes discussions, en tout cas la frappe d'astéroïde a dû entamer le processus. C'est seulement pour cette extinction qu'a été mis en évidence ce mécanisme, il n'y a pas eu de météorites pour les quatre autres grandes extinctions, ce n'est pas un mécanisme général des extinctions de masse. Cette grande extinction a donné aux mammifères la possibilité d'évoluer. Les dinosaures ont dominé la Terre pendant cent trente millions d'années où les mammifères existaient sous la forme de petits animaux. Pendant cent trente millions d'années, ils n'ont pas battu les dinosaures, ils étaient subsidiaires. Mais quand les dinosaures ont disparu, les mammifères ont eu leur chance. Sans cela les dinosauriens seraient encore dominants et nous ne serions pas là pour en parler.

R. : Mais vous relativisez aussi le poids de la sélection naturelle en période « normale » dans l'évolution des organismes.

S. J. G. : Les anatomies complexes sont des adaptations très perfectionnées, l'œil pour la vision, les pieds pour la marche, etc. Mais il se passe bien d'autres choses dans l'évolution: le changement de fréquence des gènes par exemple; un certain nombre de changements génétiques sont neutres et ne passent donc pas par la sélection naturelle. Pourtant ces changements sont importants dans l'histoire de la vie. Le darwinien strict peut dire que ces changements n'affectent pas l'anatomie. C'est vrai, mais l'anatomie n'est pas le seul sujet d'évolution. Les gènes sont importants, les espèces sont importantes.

R. : Vous critiquez la notion d'adaptation…

S. J. G. : Les créationnistes avant Darwin disaient que Dieu a créé tous les êtres: Dieu étant parfait, les organismes doivent l'être aussi. Le mot adaptation était utilisé par les créationnistes et les darwiniens stricts sont presque comme ça… Pas tout à fait, chacun sait bien qu'il n'est pas vrai que absolument chaque détail soit adapté… Beaucoup de structures anatomiques sont des legs de l'histoire et nos

douleurs dorsales ne proviennent pas de l'adaptation mais plutôt du fait que nous marchons sur deux pieds alors que nous sommes « dessinés » pour marcher sur quatre pattes.

R. : Le « moteur » de l'innovation serait plutôt à chercher du côté de la redondance, de l'ambivalence.

S. J. G. : Si chaque organisme était absolument parfait, il ne serait pas possible de changer: l'organisme aurait besoin de chaque partie pour des fonctions spécifiques et il n'y aurait pas de flexibilité. Avec la redondance de structures pas très bien dessinées, l'organisme garde en réserve la capacité de changer. J'aime bien cette idée de bricolage qu'a introduit François Jacob.

R. : Quel est votre rapport à Darwin aujourd'hui? Vous semblez continuer à dialoguer avec lui, à vous inspirer profondément de ses idées et, en même temps, par bien des côtés vouloir le dépasser. L'œuvre de Darwin est-elle aujourd'hui encore source d'innovation ou s'agit-il d'histoire des idées?

S. J. G. : L'œuvre de Darwin est remarquable. Je ne peux pas imaginer d'autres livres qui, 150 ans après leur publication, soient aussi essentiels. Notre discussion le montre, comme tous les évolutionnistes, je continue à dialoguer avec Darwin. On ne dialogue pas de la même façon avec Rutherford, Lavoisier, Newton, etc. Mais la science doit changer par définition. Si rien n'avait changé depuis la publication de *L'Origine des espèces* en 1859 et si Darwin revenait aujourd'hui, il serait terriblement déçu! Si l'on lui disait: votre livre était parfait, pas une ligne ne doit être modifiée, il serait très déçu! A l'inverse, Darwin serait heureux de trouver que son principe de sélection naturelle est toujours important. Dans un article récent du *New York Review of Books*, je discute le « fondamentalisme darwinien » de Dawkins et d'autres, que je considère trop stricts dans leurs arguments pour l'adaptation. Je plaide pour le pluralisme des mécanismes. Et j'ai reçu beaucoup de lettres…

R. : Vous réfutez une certaine idée du progrès qui en fait une tendance générale dans l'histoire de la vie. Cette conception longtemps dominante a été importée dans le champ scientifique par la société du XIXe siècle. A l'inverse, tirez-vous des leçons pour l'histoire humaine de l'histoire de la vie?

S. J. G. : L'histoire humaine suit des règles différentes. L'évolution biologique est un processus darwinien de sélection naturelle, ce n'est pas le cas de l'histoire des changements culturels. Pour la technologie, en particulier, il y a possibilité de progrès et de complexification. Mais cette possibilité existe justement à cause des différences entre évolution culturelle et évolution biologique… L'évolution des technologies est un processus lamarckien. C'est-à-dire que nous pouvons inventer et enseigner nos inventions à nos enfants et à la génération prochaine. On peut accumuler les inventions. Une culture, un pays, un groupe peut faire une invention et tous les autres peuvent l'utiliser. Dans l'évolution biologique, tous les lignages, toutes les espèces sont absolument séparés. Si une espèce évolue de façon favorable, les autres espèces n'en bénéficieront pas. Dans l'évolution, on ne peut dire à l'avance ce qui va se passer. Quand une espèce apparaît, partiellement par hasard, elle peut avoir un grand effet sur l'histoire. On ne pouvait pas prévoir l'évolution vers le cerveau humain mais, maintenant, nous sommes ici et l'effet sur

la Terre est considérable. Les premières bactéries avec la photosynthèse ont changé l'atmosphère de façon très importante. Même s'il y a du hasard dans l'évolution de chaque espèce, une espèce peut avoir une grande influence sur le milieu dans une certaine direction. Mais cette direction n'est ni progressive ni prévisible. En employant le terme « hasard », je ne veux pas dire jeter des dés. Dans l'histoire de la vie, il s'agit plutôt de contingence, de l'impossibilité de prédire ce qui va se passer. Une fois l'histoire déroulée, nous pouvons l'expliquer: dans ce sens, il n'y a pas de hasard. Mais nous ne pouvons pas la prédire car les possibilités sont presque illimitées.

R. : Je voudrais maintenant m'adresser à l'auteur de *La Mal Mesure de l'homme*. Après Jensen au début des années 1980, Herrnstein et Murray ont remis au goût du jour de vieilles lunes sur l'hérédité de l'intelligence justifiant les inégalités sociales. Quelles sont les raisons de ce perpétuel retour?

S. J. G. : C'est une question politique: les années 1980 et 90 sont, en Amérique, conservatrices. Au Congrès, nous avons M. Gringrich… Bill Clinton, supposé libéral, n'est pas le libéral que nous avons espéré… Cette période conservatrice a besoin de l'argument du déterminisme biologique selon lequel les différences, les inégalités sociales entre les races, les sexes, les classes sont nécessaires à cause de la constitution même des peuples. Malheureusement peut-être, mais c'est ainsi et on ne peut rien y changer: voici l'argument conservateur. Donc les programmes sociaux, les dépenses pour améliorer la condition des pauvres sont inutiles car les pauvres sont inévitables. C'est faux mais bien utile pour les positions conservatrices.

R. : Dans le même ordre idée, l'opinion publique européenne découvre avec horreur que plusieurs pays, par ailleurs réputés pour leur modèle social comme la Suède, la Finlande, ont eu recours, des années 1930 jusqu'aux années 1970, à des pratiques eugénistes de stérilisation massive et forcée. Comment expliquer la coexistence d'une volonté de progrès social, d'amélioration des conditions de vie avec la tentative d'éliminer une partie de la population?

S. J. G. : C'est très intéressant. L'eugénisme n'est pas seulement un mouvement conservateur. Il y a toujours eu un eugénisme « de droite » et un eugénisme « de gauche ». A la fin du XIXe siècle, certains socialistes anglais étaient eugénistes. Par exemple, Wallace, l'ami de Darwin, qui a aussi découvert la sélection naturelle et était un grand penseur de gauche. Avec l'eugénisme de droite, comme celui d'Hitler, il faut tuer les hommes de races, de religions que nous n'aimons pas. Avec l'eugénisme de gauche, il s'agit plutôt de donner des avantages aux hommes jugés plus intelligents. Mais stériliser des personnes retardées mentales, c'est vraiment triste et j'ai été surpris d'apprendre que cela s'est passé si récemment en Suède… Aux États-Unis, avant la Seconde Guerre mondiale, deux tiers des États avaient des lois de stérilisation forcée. La plupart de ces lois n'étaient pas vraiment appliquées. Mais 40 000 à 60 000 stérilisations ont eu lieu, la plupart en Virginie et en Californie, jusqu'au début des années 1960, ce qui n'est pas si lointain non plus.

R. : « Pour être utile, toute observation doit être faite pour ou contre une opinion » a dit Charles Darwin. Vous ne faites pas mystère de vos engagements

personnels, vos opinions, vos préférences. Vous ne croyez pas à la neutralité du chercheur. Comment définir alors l'objectivité scientifique?

S. J. G. : La neutralité est impossible pour l'esprit humain. L'objectivité, c'est plutôt la capacité de changer d'avis quand les faits vous démontrent le contraire de ce que vous croyiez vrai. Il ne s'agit pas d'entrer dans un sujet sans opinion ni espoir. C'est une illusion de penser entrer dans une étude avec un esprit absolument ouvert: simplement vous ne vous rendez pas compte de vos préjugés.

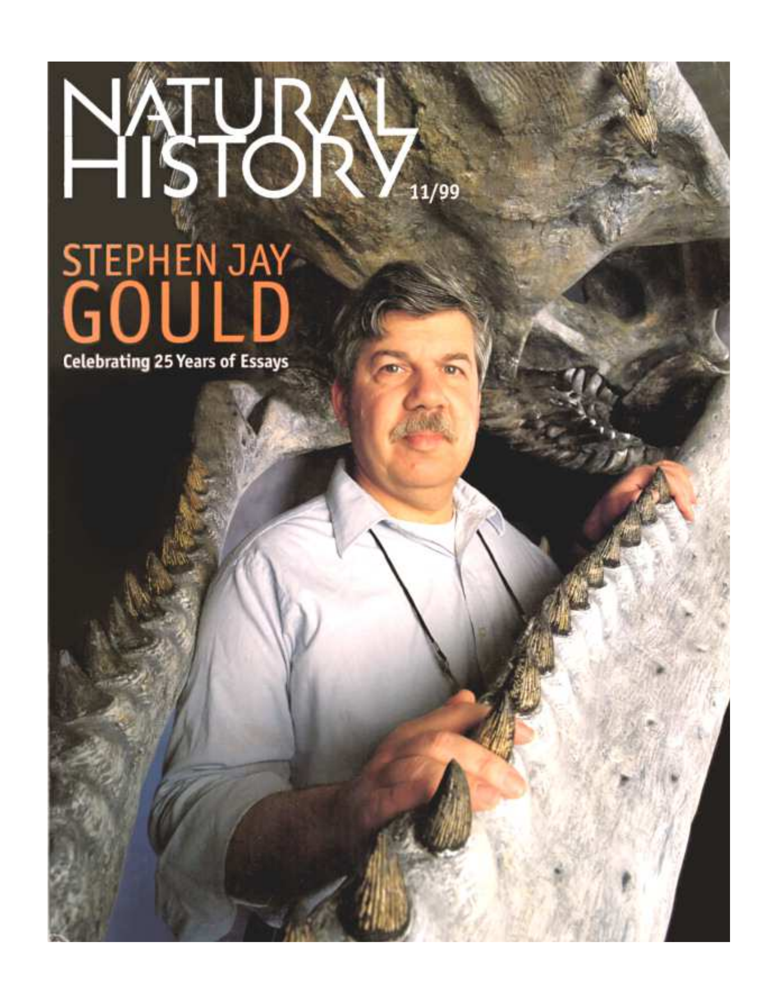
R. : Vous vous dites révolté par l'injustice qui consiste à prendre sur soi, pour soi, des limites imposées en fait de l'extérieur, par la société. C'est cet humanisme qui fait « marcher » Gould?

S. J. G. : Il y a des limites injustes, qui ne sont pas nécessaires, qui sont imposées par les systèmes sociaux et on dit que ces limites sont imposées par la nature biologique. Nous ne vivons qu'une fois et si nous n'avons pas l'opportunité de faire ce que nous voulons, de suivre nos espoirs à cause de limites imposées de l'extérieur par le système social parce que nous sommes noir ou femme, c'est si injuste. Et si, en plus, on dit: c'est votre faute parce que vous êtes inférieur, c'est la plus grande des injustices. Malheureusement beaucoup de personnes acceptent ces jugements des autres.

R. : Et si l'on prenait les choses au positif, quelle est votre conception de l'individu, de sa place dans la société, de ses possibilités?

S. J. G. : Nous pouvons utiliser notre cerveau pour réaliser de bonnes choses. C'est une possibilité. Même avec mon tempérament optimiste, je ne peux prévoir ce que nous allons en faire et si nous vivrons très longtemps. Mais nous en avons la possibilité et c'est bien suffisant!

Source : <http://www.regards.fr/article/?id=680&q=date:1997-10-01>


NATURAL HISTORY
11/99
STEPHEN JAY GOULD
Celebrating 25 Years of Essays

Olivier Postel-Vinay

Il n'y a pas de sens de l'évolution

La Recherche n°301, septembre 1997

Le célèbre paléontologue de Harvard a publié en 1996 un ouvrage qui aborde de front la question du progrès dans l'évolution. Sa traduction en français paraît ce mois-ci (*L'Éventail du vivant*, éd. du Seuil). Il nous a reçus dans son appartement de New York. Stephen Jay Gould a publié récemment un long article dans *The New York Review of Books* dans lequel il s'en prend à ce qu'il appelle le « fondamentalisme darwinien ».

La Recherche : Vous abordez dans ce livre un paradoxe passablement stimulant : contrairement à ce que nous pourrions croire, nous vivons encore à l'ère des bactéries…

Stephen Jay Gould : Nous n'en sommes jamais sortis !

L.R. : Et en même temps vous semblez prêt à admettre que le cerveau de l'homme…

S.J.G. : C'est une invention intéressante…

L.R. : Admettez-vous l'idée que c'est l'objet le plus complexe du monde biologique ?

S.J.G. : L'un des plus complexes, mais pas davantage. Cela dépend de ce que l'on entend par « complexe ». D'un point de vue neurologique le cerveau humain est plus complexe qu'aucun autre, mais par exemple du point de vue de l'architecture des os du crâne, on trouve plus compliqué chez d'autres mammifères, et plus compliqué encore chez les téléostes. Le mot « complexité » a plusieurs sens dans le langage courant, qui se contredisent les uns les autres. Si l'on veut mesurer empiriquement la complexité, la quantifier, il nous faut une définition opérationnelle de la complexité. Il faut chaque fois décider de ce dont on parle. Certains chercheurs l'ont fait, par exemple pour les ammonites. On a pu démontrer que pour un caractère essentiel, les ammonites ne sont pas devenues de plus en plus complexes avec le temps.

L.R. : Dans le même esprit, vous refusez de souscrire à l'idée que l'homme est l'être le plus complexe de l'histoire du vivant.

S.J.G. : Le fait que le cerveau humain soit l'objet neurologique le plus complexe de la planète ne signifie pas que l'homme soit l'être le plus complexe. Le cerveau n'est pas tout, il y a bien d'autres structures complexes. Il n'est pas juste d'adopter une vue de l'évolution centrée sur le cerveau. Il n'existe pas de tendance générale

de l'évolution vers des cerveaux plus grands. Il y a beaucoup plus d'espèces de bactéries que d'animaux multicellulaires et plus de 80% des espèces de multicellulaires sont des insectes. Sur les quelque 4 000 espèces de mammifères il n'y en a qu'une qui soit consciente d'elle-même. On ne peut pas dire que l'accroissement de la complexité mentale caractérise l'évolution.

L.R. : Vous n'accepteriez pas l'idée que la complexité mentale est d'un autre ordre de grandeur que les autres formes de complexité ?

S.J.G. : Vous confondez l'effet et la structure. L'effet de l'émergence de la conscience a été considérable ; mais ce n'est pas une définition de la complexité. La bombe atomique a eu un énorme effet, ce n'est pas plus complexe que certains explosifs chimiques. L'invention de la conscience a eu plus d'impact peut-être qu'aucune autre invention. Mais cela ne définit aucunement la complexité de la structure de l'objet en question. Et par ailleurs, si l'on se place cette fois du point de vue de l'évolution à venir, on ne voit pas clairement vers quoi nous allons. Il est possible que nous n'existions plus dans deux cents ans, parce que nous nous serons rayés de la carte. L'humanité n'apparaîtra plus alors que comme une expérience momentanée de l'histoire de la vie.

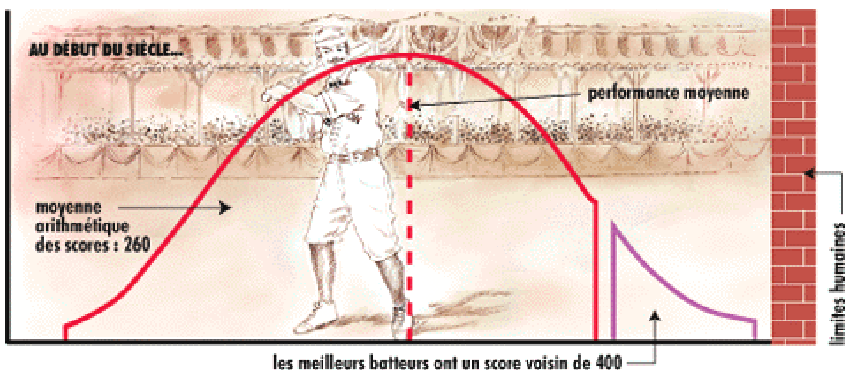
L.R. : Vous prenez votre cas personnel pour dénoncer une erreur commune consistant, pour analyser un système complexe, à privilégier une valeur de référence qui n'a en réalité pas de raison de l'être. Vous étiez atteint d'un cancer que la Faculté jugeait incurable et qui était affecté d'une « mortalité médiane de huit mois après le diagnostic ».

S.J.G. : C'était une nouvelle effroyable, mais moins si l'on réfléchissait un peu au sens du mot « médian ». Cela signifiait certes que la moitié des patients mouraient dans les huit mois suivant le diagnostic, mais ne préjugeait en rien de la forme de la courbe de distribution après les huit mois. De fait, je suis encore là seize ans plus tard… L'exemple sert à illustrer une profonde erreur philosophique. Les systèmes naturels manifestent une grande variation. Même au sein d'une espèce unique, comme on le voit chez l'homme, on constate de grandes différences de poids, de taille, de couleur, etc. Or nous avons une très vieille habitude, quelque peu platonicienne, consistant à abstraire des essences, des idéalités. Et nous avons la tentation, quand nous analysons des systèmes variables, de calculer des valeurs moyennes et de raisonner à partir de ces valeurs moyennes. C'est une façon d'établir une mesure unique de l'idéalité ainsi abstraite. C'est dangereux. Dans le cas de mon cancer, il était clair qu'en se focalisant sur la moyenne on négligeait les variations.

Nous commettons aussi souvent une erreur symétrique, consistant à nous focaliser sur les extrêmes, parce qu'ils nous fascinent : le plus gros ceci, le plus grand cela, etc. Par exemple le cerveau neurologiquement le plus complexe. Et là encore nous commettons l'erreur de retracer l'histoire du système en suivant l'évolution dans le temps de la seule valeur retenue. Ce qui conduit à des contre sens graves.

L.R. : D'où le titre de votre livre, *Full House* : il faut toujours considérer ce que vous appelez la « maison pleine », avec tous ses habitants.

S.J.G. : L'exercice consistant à prendre en compte tout l'éventail des variations nous oblige à repenser la nature des tendances de l'évolution et l'histoire des systèmes naturels. C'est parce que nous n'avons pas appliqué ce principe que nous en sommes venus à ignorer le fait pourtant incontestable que nous sommes encore et sans doute pour toujours à l'ère des bactéries. Nous aimerions croire que l'histoire de la vie est celle d'une marche vers la complexité. C'est bien sûr vrai en ce sens que les êtres les plus complexes ont eu tendance à se complexifier davantage : mais ce n'est pas l'histoire de la vie, c'est l'histoire des êtres les plus complexes... Nous voudrions croire que l'aspect le plus fondamental de l'arbre de la vie est cette tendance à la complexification, mais ce n'est pas le cas. Pour moi le trait le plus fondamental de l'arbre de la vie est la constance du mode bactérien. Mon livre n'est qu'un plaidoyer pour considérer tout l'éventail de la variation.



L.R. : Vous présentez un autre exemple de courbe de distribution en trompe l'oeil, tiré cette fois de l'histoire du base-ball. Vous essayez d'expliquer pourquoi dans les meilleures équipes la performance des meilleurs batteurs est moins bonne aujourd'hui qu'au début du siècle, alors même que la moyenne des performances du total des batteurs est restée constante et que la performance

moyenne des batteurs a progressé. Pour des Français, le sens de l'exemple est un peu difficile à saisir…

S.J.G. : Dans la plupart des performances sportives qui sont mesurables, la mesure désigne une valeur absolue : on court le 100 mètres en un temps donné, etc. Tandis que la mesure de la performance d'un batteur au base-ball est en relation étroite avec les performances des autres joueurs. Ce qui est intéressant c'est de comprendre qu'une moyenne peut conserver une valeur constante bien que le profil de la courbe de distribution change complètement. Les gens qui se contentent de calculer la moyenne constatent qu'elle n'a pas changé et concluent à tort que les performances n'ont pas progressé, parce qu'ils ne regardent pas la forme de la courbe. Ils ne regardent pas comment la population totale des performances a évolué, et ne voient pas qu'en fait la constance de la moyenne peut cacher le progrès des performances de chacun (fig. 3, page 112). En même temps ce progrès collectif fait que la performance moyenne se rapproche des limites du possible. Dans les débuts du base-ball, quand la qualité moyenne du jeu était médiocre, les très bons batteurs, ceux qui approchaient des limites du possible, pouvaient atteindre une moyenne de succès impressionnante. Tandis qu'aujourd'hui où tout le monde est bon, la moyenne de succès des meilleurs batteurs a baissé.

L.R. : Dans le cas du base-ball, l'évolution de la forme de la courbe de distribution révèle, contrairement aux apparences, l'existence d'une tendance générale au progrès, bordée à droite de la courbe par un mur représentant les limites du possible. Dans le cas de l'histoire du vivant, la courbe est au contraire adossée à un mur à gauche, représentant les cellules les plus primitives, mais l'évolution de la courbe révèle bientôt, selon vous, et contrairement aux apparences, l'absence d'une tendance générale au progrès…

S.J.G. : On ne peut parler du progrès comme d'une tendance forte de l'évolution. Je ne nie pas que les créatures les plus complexes soient devenues plus complexes au cours du temps. Mais ce n'est pas une indication que le système s'est éloigné d'une marche au hasard. Cela se serait produit de toute manière dans n'importe quel système dirigé par le hasard et débutant à proximité d'une limite infranchissable à gauche de la courbe de distribution. Je propose une analogie avec la marche de l'ivrogne qui sort d'un bar. Il se retrouve avec un mur à gauche et le trottoir à droite. A gauche il va heurter le mur, à droite il va finir par tomber dans le caniveau.

L.R. : L'analogie de l'ivrogne ne nous dit rien sur l'émergence de la complexité.

S.J.G. : Non, mais c'est une bonne analogie. L'ivrogne marche au hasard, et en raison du mur à gauche le hasard le conduit immanquablement dans le caniveau. La seule raison de l'existence d'une directionnalité est ce mur à gauche et la marche au hasard. L'histoire de la vie montre exactement la même chose. Elle avance au hasard, avec ce mur à gauche qui interdit à un organisme vivant d'être plus simple qu'un certain degré minimal de complexité, plus simple que des cellules sans noyau. Je ne dis pas qu'il ne se produit pas des événements de complexification, je dis que si l'on regarde l'ensemble de l'histoire, l'ensemble des variations effectives, la maison au complet avec tous ses habitants, on ne décèle

pas de préférence pour la complexité. Le fait que l'homme soit plus complexe que les trilobites, qui sont plus complexes que les algues, qui sont plus complexes que les bactéries, ce fait-là, que je ne nie pas, est mineur au regard de l'histoire du vivant prise dans sa totalité.

L.R. : Vous montrez d'ailleurs que l'évolution se dirige souvent dans le sens d'une simplification des organismes…

S.J.G. : Sans doute même aussi souvent que dans l'autre sens. Et peut-être même plus souvent… Si l'on considère l'histoire d'organismes nés plus ou moins récemment dans l'histoire de la vie, donc qui n'étaient pas limités par un mur à gauche, on observe aussi bien des évolutions vers moins de complexité que le contraire. C'est manifestement le cas de nombreux parasites, ceux qui vivent profondément installés dans le corps de leur hôte : ils n'ont besoin ni d'organes de locomotion ni d'organes de digestion.

L.R. : Votre démonstration de l'absence d'une tendance générale vers plus de complexité laisse complètement ouverte la question de savoir pourquoi certains êtres vivants ont évolué vers plus de complexité.

S.J.G. : C'est une question différente, que je ne traite pas. Je ne me sens pas expert en la matière. Ce n'est pas un sujet que je comprends très bien. Mais bien sûr il doit exister un mécanisme par lequel a émergé par exemple la multicellularité, et ainsi de suite. Mon propos est de déterminer si de tels mécanismes s'inscrivent ou non dans une directionnalité, s'ils répondent à une nécessité – et la réponse est non.

L.R. : Pour illustrer votre charge contre le mythe du progrès, vous donnez l'exemple du cheval. Contrairement à ce que tout le monde croit, le cheval n'est pas le produit le plus réussi d'une longue évolution, c'est le dernier rejeton d'une régression.

S.J.G. : L'homme a préservé pour son usage quelques espèces de chevaux. Mais il faut là encore voir la maison pleine. Il y a deux grands groupes de mammifères ongulés, l'un s'est étiolé après avoir dominé et le cheval est un échec au sein de cet échec. Il se retrouve aux côtés de deux groupes seulement, tous deux menacés, les rhinocéros et les tapirs. En Amérique du Nord il y a eu jusqu'à vingt à trente genres de chevaux vivant en même temps (chaque genre comprenant plusieurs espèces). Il ne reste plus aujourd'hui qu'un seul genre : *Equus* , comprenant huit espèces. Au contraire l'autre groupe d'ongulés, les artiodactyles, avec les antilopes, les vaches, les chèvres, etc., est l'un des grands succès de l'histoire des mammifères. Le cheval apparaît comme un vestige, une brindille vestigale de ce qui était naguère un gros buisson.

L.R. : La situation de l'homme est comparable à celle du cheval ?

S.J.G. : Nous ne représentons plus qu'une espèce. Voici quelques centaines de milliers d'années il existait une demi-douzaine d'espèces d'êtres humains. Voici seulement 30 000 ou 40 000 ans il en existait peut-être encore trois, avec Neandertal en Europe et *Homo erectus* en Asie. Aujourd'hui nous nous débrouillons bien, nous sommes nombreux, mais nous sommes tout seuls…

L.R. : Voulez-vous dire que le cheval et l'homme ont peut-être, du point de vue de l'histoire du vivant, atteint une sorte de limite, de mur à droite ?

S.J.G. : Je ne sais pas, mais quand toute une lignée rétrécit au point de ne laisser qu'une poignée d'espèces, voire une seule, le danger d'extinction se rapproche.

L.R. : Nous avons la chance d'être omnivores…

S.J.G. : Mais je ne suis pas sûr que ce soit une chance d'être intelligents ! Notre intelligence pourrait nous tuer… Nous verrons bien.

L.R. : John Maynard Smith et d'autres voient dans l'apparition des sociétés la dernière transition majeure de l'évolution dans le sens d'une complexité croissante. Vous ne partagez pas ce point de vue ?

S.J.G. : Il faut rappeler que bien peu d'espèces connaissent des sociétés organisées. Et la plupart d'entre elles, celles qui réussissent le mieux en termes de nombre et de variété, sont des arthropodes. L'espèce humaine est certes très puissante actuellement, mais je ne parierais pas lourd sur le long terme. Et n'oublions pas que les bactéries, qui ne sont pas des êtres sociaux, se débrouillent encore mieux que les arthropodes…

L.R. : Vous affirmez à la fin de votre livre que le changement culturel lui aussi se heurte à des limites à droite de la courbe…

S.J.G. : Le changement culturel fonctionne très différemment de l'évolution biologique, puisqu'il est fondé sur une hérédité lamarckienne. Un acquis peut être enseigné aux générations suivantes, ce qui n'est évidemment pas le cas en génétique. Le changement culturel suit des lois qui ne sont pas darwiniennes, et l'on a tort de parler d'évolution culturelle, car cela introduit une confusion dans les concepts.

L.R. : Mais vous contestez aussi que l'idée d'une marche au progrès soit applicable au changement culturel. Vous n'en acceptez l'augure que pour les sciences et les techniques, pas pour le reste des activités culturelles.

S.J.G. : Cela me paraît clair. Rien n'indique que Picasso représente un progrès par rapport aux artistes de la grotte Chauvet. Je ne pense pas que les capacités de l'homme aient changé depuis 30 000 ans. Les techniques ont changé, mais nous sommes fondamentalement les mêmes.

Source : <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=19630>

L'ignorance est le fruit d'une longue étude...

Dans la série

Les impasses de la biologie moderne

Philippe Grandcolas et la notion d'adaptation
Février 2010

Malhonnêtetés et fraudes de Darwin
Avril 2011

Stéphane Tirard et la notion de vie
Juin 2011

Massimo Pigliucci, la fin de l'histoire de la biologie
Septembre 2011

Peter J. Bowler, l'hagiographe darwinien paradoxal
Février 2012

Laurent Loison, le darwinisme sans la biologie
Janvier 2013

François Képès, rationalisateur des machines vivantes
Octobre 2014

Guillaume Lecointre, guide critique 2014
Janvier 2016

Prochainement :

Craig Venter, la forfanterie à la vitesse de la lumière

Jean-Jacques Kupiec, l'ignorance au cœur de la cellule

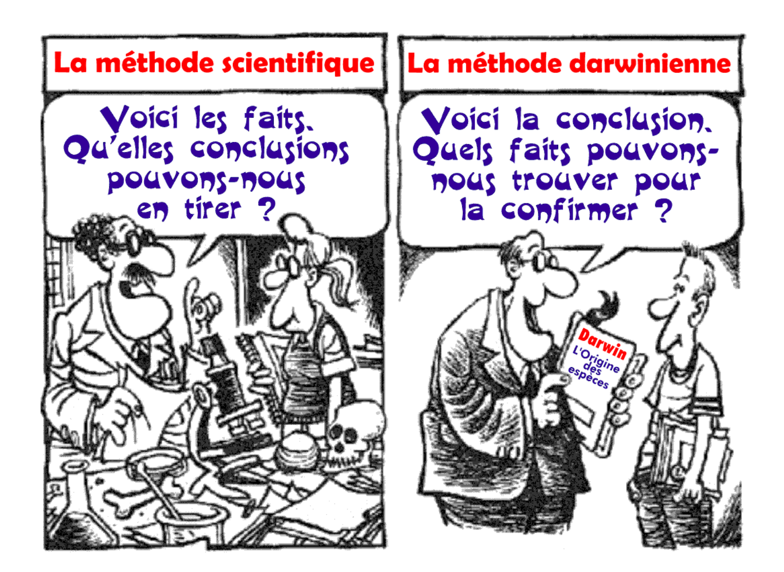
Pourquoi contre tant de culs, user tant de bottes ?



« On a dit que je parle de la sélection naturelle comme d'une puissance active ou divine ; mais qui donc critique un auteur lorsqu'il parle de l'attraction ou de la gravitation, comme régissant les mouvements des planètes ? Chacun sait ce que signifient, ce qu'impliquent ces expressions métaphoriques nécessaires à la clarté de la discussion. […] Au bout de quelque temps on se familiarisera avec ces termes *et on oubliera ces critiques inutiles.* »

Charles Darwin, *L'Origine des espèces*, 1876.

LES CRITIQUES NE SONT INUTILES QUE POUR LES ESPRITS AUSSI CONFUS QUE DOCTRINAIRES



Textes disponibles sur le blog :

Et vous n'avez encore rien vu…

Critique de la science et du scientisme ordinaire

<http://sniadecki.wordpress.com/tag/andreas-sniadecki/>